REPORT

OF

NANKAI REGIONAL

FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 5

NANKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

SANBASHIDORI, KOCHI, JAPAN

FEBRUARY, 1957

南海区水産研究所報告

第 5 号

南海区水産研究所

高知市桟橋通り

昭和32年2月

目　　次

CONTENTS

マイワシ資源の解析*

横田滝雄

Stock Analysis of *Sardinops melanosticta* (TEMMINCK et SCHLEGFL)

Takio YOKOTA

Remarkably enough, 0-age class amounts to 95% in number and to 50% in weight of the total catch of the fish in question, a feature which points to the paramount importance of this year-class in stock analysis of the fish. The prèsent paper deals with estimation of values of stock characteristics in each developmental stage.

(1) Grown-up 0-age

a, Data obtained in Bungo Suido from July to December 1952.

The values of characteristics of the group were estimated on the basis of monthly decrease of fish school amount as revealed by fish school finder on the one hand and successive accumulation of monthly landings on the other as follow : —

coefficient of death due to

inst. fish. mor, caeffi.……… F=0.386

〃 natural mor, coeffi.…… M

〃 dispersion coeffi.……… P

$$Ma=M+P=0.224$$

P and M cannot be sparated from Ma

b, Data concerning monthly chage of number of fishes obtained by unit fishing effort and fishing intensity (Eastern China Sea)

Purse seine operated in Nagasaki Prefecture for catching Sardine was studied first as to number of navigation (nj). It led to estimation of fishing intensity (njf). This intensity was set to stand in relation with average number of fishes per one navigotion in each month as follows:—

$$njf+Pj+m=1-\frac{cj+1}{cj},$$

where

Pj …… sum of recruit coeffi. and dispersion coeffi. in each month.

m …… monthly inst. mor. coeffi. (assumed as constant)

f …… unit inst. fish. coeffi. (assumed as constant)

Thus we have estimated values of f and m, ($F=f\Sigma nj$) and yearly instantaneous natural mortality coefficient ($M=12$ m) as follow

$F=1,245$ $M=12m=0.01735\times12\fallingdotseq0.21$

It may be mantioned that the following assumption was made on the basis of the change of body length composition and that of average body weight for the computation of the above-mentioned equation,

---

* 南海区水産研究所業績第60号.

$$Cj = a + b\cos\left\{\frac{2\pi}{\lambda}(tj - \varepsilon)\right\}$$

a …… average value for number of fishes per unit fishig efiort.

$$b\cos\left\{\frac{2\pi}{\lambda}(tj-\varepsilon)\right\} = Pj$$

Therefore $\sum^{\lambda} Pj = \sum^{\lambda} b\cos\left\{\frac{2\pi}{\lambda}(tj-\varepsilon)\right\} = 0$

$C_{10} \fallingdotseq a \quad \therefore \quad P_{10} \fallingdotseq 0$

(2) Mid-sized 0-age class (3.5 cm ≦ B.L ≧ 6.5 cm) and white-bait.

Proportiopal number of small-sized 0-age class and white-bait was put in a relation with coefficient of monthly due to fishing in large-sized 0-age class. On the other hand, coefficient of death due to fishing in small-sized 0-age class and white-bait was suitably assumed. Moreover, estimated number of spawned eggs and calculated initial number of fry subsequent to the above were obtained. Successive approximation was tried until approximation values of characteristics of the stock were finally got as shown in Table 10.

The coefficient of natural death in each grade of 0-age class thus estimated is not so large as considered. But decrease of the stock due to fishing is considerably great.

マイワシの資源の研究は，昭和23年以来，全国的な規模で行われている，それらの資料に基づく資源の特性値は，中井等[(1)]によって一応求められている。中井等は，海洋中に浮游する全卵数を推定し，雌親魚の1尾の産卵数を仮定し，これより親魚の尾数を計算し，それを親魚の資源尾数とした。他方，漁獲物の年令組成並びに，同一年級魚の相次ぐ年の漁獲数尾比によつて，見掛上の年生残率を計算して，議論を展開している。横田等[(2)]は，或る種の仮定を設けて，マイワシの生長の各種の段階に於ける資源の特性値を推定した，この際の仮定については，発表した報告書の性格上，充分なる説明を付加しなかつたゝめ，色々の論議をかもしている。本報告は，前記の報告に対する説明を加えるの外に，魚群探知機による魚群調査と，漁獲量との関係より，資源の特性値の推定を試みた。

この報告にて，数学的取扱について，種々御助言を賜った東海水産研究所土井長之技官に対し厚く感謝の辞を述べる。

（1） 中羽マイワシ資源の解析

日本のマイワシ漁業の特徴は，当才魚に対する依存度が大きいことで，特に中羽マイワシ（体長7.0cm以上の0才魚）の漁獲量が，全漁獲重量の半額を占めていることである。従って，この資源の特性値を推定することは，漁業対策上最も重要なことである。

（1.1°） 記号及び関係式

i …………… 年令をあらわす。
j …………… 月をあらわす。
R(i) ……… i 年令当初の資源尾数。
Rj ………… 当才魚の j 月当初の資源尾数。
n ………… 航海数。
nj ………… j 月の航海数。
c ………… 一航海当りの単位漁獲量。
cj ………… j 月の一航海当りの単位漁獲量。
f ………… 一航海当りの瞬間漁獲係教（一定とみなす）。
Pj ………… j 月の瞬間給逸散係数の和。
M ………… 年瞬間自然死亡係数。
m ………… 月瞬間自然死亡係数（一定とみなす）。

E ………… 年漁獲利用率。

Ej ………… j 月の漁獲利用率。

$Fj = \hat{n}jf$ …… j 月の瞬間漁獲死亡係数。

M = ……… 12 m

$\rho = e^{-(F+M)}$ 年間主残率

$$E = \frac{F}{M+F}(1-\rho)$$

$$Ej = \frac{Fj}{m+Fj}(1-e^{-(m+Fj)})$$

(1.2°)　豊後水道日向灘海域について。

南海区水産研究所沿岸資源部では，昭和 26 年（1951）7 月以来，関係地方の県水産試験場の協力を得て，毎月，魚群探知機によって，イワシ類の魚群調査を行い，それに基いて，海洋中を游泳する魚群量の推定を行っている。それらの資料のうち昭和 26 年 7 月より昭和 28 年 2 月までのものは．横田* によって考察が試みられている，特に昭和 26 年の推定魚群量の経月変化は，最も簡単な形式を示している。魚群探知機に描かれた魚群像にて，カタクチイワシの魚群とマイワシを主とする魚群とに区別して見ると，昭和 26 年 7 月には，中羽マイワシの魚群は，大部分が宇和海及びその近海に集団をなし，大羽マイワシ群は，豊後水道の入口に集合し，漁獲は殆んどが，これらの海域で行われていた，少量の中羽マイワシ群が土佐湾で探知されている。*

(1.21)　魚群量の経月変化と漁獲量

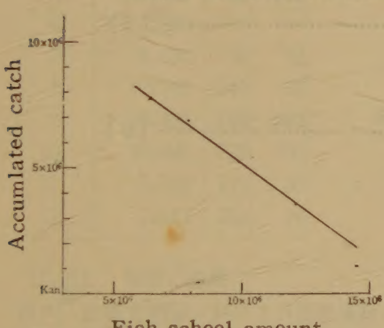


Fig. 1　Relationship beweeen fish school amount and accumlated catch

中羽マイワシを主とする魚群の推定魚群量の経月変化，及び同種の月別漁獲量を示すと第 1 表のようになる。毎月の魚群量の減少量と，漁獲量との比は第 1 表（γ/α）に示すように必ずしも一定ではないが，毎月の推定魚群量と，毎月の累積漁獲量との関係は，Fig. 1 にて示すように，8 月を除けば直線的に関係をなしている。そうして，両者の相関係数は −0.99 であって負の相関関係が明らかである。従って魚群量の減少は，漁獲に依るものが大きいと考えてよかろう。毎月の魚群減量と漁獲量の比が一定でないのは，豊後水道内にて魚群が調査海域に出入したり，或は調査海域外に游出したりするものがあると考えられるし又魚群調査が必ずしも毎月末に行われてはいない。従って平均値をとれば，これらの誤差に除去されるものがある。

Table 1.　Monthly variations of fish school amount and catch : Sardine

Month	Fish school Amount (Ri)	Degresion of Fish school (Ri-Ri+1)	Accumlated degresion of Fish school β	Catch $\frac{FRi}{F+M}\left(1-e^{-(F+M)}\right)=\gamma$	Accumla-ted Catch δ	$\frac{\gamma}{\alpha}$
July	15,049×10³					
Aug.	12,176×10³	2,873×10³	2,873×10³	2,263	2,263	0.788
Sep.	9,838× 〃	2,338 〃	5,211 〃	1,291	3,554	0.552
Oct.	7,953× 〃	1,885 〃	7,096 〃	1,685	5,240	0.893
Nov.	6,428× 〃	1,525 〃	8,621 〃	1,690	6,930	1,108
Dec.	5,194× 〃	1,234 〃	9,855 〃	842	7,771	0.682
Sum.		9,855×10³		7,771		

* 南海区水産研究所報告 No. 2 PP. 128〜160, P. 216, Fig. 101A.

(1.22)　資源の特性値の推定

生残率を７月中旬の魚群量と12月末の魚群量の比とすれば

$$\rho = e^{-(F+Ma)} = \frac{R12}{R7} = \frac{5,194}{15,049} = 0.345 \quad \cdots\cdots (1)$$

$Ma = M + P$

こゝでＰは逸散係数

死亡率は

$$(1 - e^{-(F+Ma)}) = \frac{\sum_{\lambda=7}^{11}(Ri - Ri+1)}{R7} = \frac{9,855}{15,049} = 0.655 \quad \cdots\cdots (2)$$

$$R7\left(1 - e^{-(F+Ma)}\right) = 9,855 \quad \cdots\cdots (3)$$

漁獲量は

$$\frac{FR7}{F+Ma}\left(1 - e^{-(F+Ma)}\right) = 7,771 \quad \cdots\cdots (4)$$

（３）と（４）より

$$\frac{F}{F+Ma} = \frac{FR7}{F+Ma}(e^{-(F+Ma)})/R7(1 - e^{-(F+Ma)}) = \frac{7,771}{9,855} = 0.788 \quad \cdots\cdots (5)$$

$$E = \frac{F}{F+Ma}(1 - e^{-(F+Ma)}) = \frac{7,771}{15,049} = 0.542 \quad \cdots\cdots (6)$$

（１）より　　$F + Ma = 1.06$

（５）と（６）より　　$F + Ma = 1.06$　　……（７）

（５）より　　$\frac{F}{F+Ma} = 0.788$

$0.212F - 0.788\ Ma = 0$　　……（８）

（７）と（８）より　　$Ma = M + P = 0.224$

$F = 0.836$

従って資源の物性値は次のようになる。

M+P	F	ρ	E
0.224	0.836	0.345	0.542

田内* の方法及び漁獲物の年令組成より推定された昭和26年のマイワシの生残率は，0.472及び0.475であって，当才魚のみの生残率は0.400 ** となっていて，上記の ρ よりも大きい，これは一時漁場外に游出したものが，再び漁場内に来游したもののあるためと考えられ，逸散係数Ｐは全く０とは考えられない，従って，$M < 0.224$ と考えられるが，Ma をＭとＰとに分離する方法は，以上の資料では求められない。

(1.3°)　長崎県の海域について。

西海区水産研究所[(3)] では，揚繰網の漁獲物について，マイワシの体長組成を月別，県別に推定している。又，統計調査部[(4)] では，揚繰網の漁獲努力数を，片手旋と両手旋とに分けて発表している，これらの資料によって，漁獲努力数と，一航海当りの漁獲尾数の月変化よりして，資源の特性値が推定されると考える，しかし，片手旋と両手旋では，漁獲力に大きな相違があるから，これを標準化したものにしなければならない，その方法として，両者の平均一航海当り漁獲量の比を用いて，両手旋の航海数を，片手旋の航海数に換算した。

次に或る海域の漁獲強度を表すに，その海域の或る部分に，魚群を密集し，こゝで最も多く漁獲が行われ

---

*　南海区水産研究所報告 No. 2 PP. 211，212.

**　$\rho = 0.400 = e^{-(F+M)}$ とすれば $-(F+M) = 0.92$

$F = 0.836$ を取れば $M = 0.92 - 0.836 = 0.084$ となる。

ているとすれば，その部分の漁獲強度で，或る海域の漁獲強度を代表させることが出来る，そうすると，長崎県の海域が東支那海の中羽マイワシに対する漁獲強度を代表していると考えてよい。

Table 2 O aged sardine : catch in number, East China Sea ; 1953. Purse seine

Month	Fukuoka Pref.			Saga Pref.			Nagasaki Pref.			Kumamoto Pref.		
	C	N	C/N	C	N	C/N	C	N	C/N	C	N	C/N
4										136,882	720	190
5										616,827	658	937
6		(双)					195,181	2,223	88	46,427	65	714
7	8,902	56	159	332,941	661	504	274,063	670	408	149,005	464	321
8	67,349	172	391	623,001	1,144	544	985,583	2,607	378	69,904	753	89
9	21,756	163	133	285,799	893	320	1,217,269	3,133	388	308,659	562	550
10	13,942	172	81	44,606	380	117	829,344	3,600	230	198,828	704	282
11	622	84	8	1,432	双210	7	95,383	3,000	32	42,428	570	74
12	754	70	11	11,537	207	56	95,212	6,880	14	27,254	676	40

Month	Kagoshima Pref.		
	C	N	C/N
4	221,000	118	1,872
5	24,748	82	302
6	2,328	—	—
7	8,030	98	82
8	19,951	240	83
9	36,439	150	243
10	28,686	222	130
11	6,628	111	60
12	7,411	202	36

Remarks C, Catch in number, unit 10^3
N, Number of navigation of fishing boat (effort)
$\frac{C}{N}$, Catch in number per unit effort

(1.31) 魚群の移動

田内[5] は東支那海に於ける月別漁獲量の変動は，魚群が漁場内に inflow 及び漁場外を out-going するためであって，その関係を次のように示した。

$$yj = a + b\cos\left(\frac{\pi}{\lambda_1}t\right) + c\cos\left(\frac{\pi}{\lambda_2} + \varepsilon\right)$$

a は平均値で $b\cos\left(\frac{\pi}{\lambda_1}t\right) + c\cos\left(\frac{\pi}{\lambda_2}t + \varepsilon\right)$ は，inflow 及び out-going に伴う誤差項であるから，一漁期間の合計を取れば 0 となるはずである。

東支那海で漁獲された中羽マイワシの漁獲尾数及び，標準化された航海数と一航海当りの漁獲尾数を月別に県別に示すと，第2表のようになり，漁獲尾数及び航海数は長崎県が圧倒的に多い。

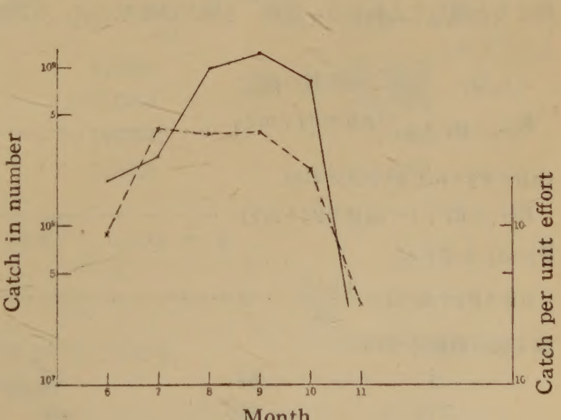


Fig. 2 Monthly catch of sardine in number and catch per unit effort (Nagasaki Pref.)

長崎県の月別漁獲尾数を図示するとFig. 2 の実線のようになって，6月より漁獲が始まり，8月には漁獲尾数も急激に増加し，9月に最大漁獲量を示し，11月には激減してい

る。この傾向は，単純なる余弦曲線で示される，一航海当り漁獲量（単位漁獲量）は Fig. 2 の点線にて示されるようになって，これは更に単純な余弦曲線と考えられる，今７月より11月間の単位漁獲量の平均値を計算すると，261 となって 10月の単位漁獲量に近似してくる。従って $y_{10} \fallingdotseq a$ とおける。

次に，漁獲物の体長頻度分布の mode 値，並に平均体重を示すと，第３表のようになる，これによると７月以降９月までは，mode 値及び平均体重は共に増加しているが，10 月では，mode 値は９月と同様であるが，平均体重は急激に増加している。従って，９月では体長分布は，mode 値より小さい方に重みが多く，10 月では，mode 値よりも大きい方に重みが大きくなったことを示すもので，10 月には小型群の添加はなく，９月に添加された群がそのまゝ成長したものと考えられる。11 月には mode 値は 10 月に比して 1 cm 小さくなっているが，平均体重は，８月よりも大きく，10 月とは大差はない，これは，小型群の添加なく，大型群が漁場外へ移動したものと考えられる。（昭和28年鰮資源協同研究経過報告37頁第３図参照）

Table 3　Mode of Body-length frequency distribution and mean Body-weight of O age sardine catch, in East China Sea 1953, pures seine

Month \ Pref.	FUKUOKA		SAGA		NAGASAKI		KUMAMOTO		KAGASHIMA	
	cm	(monme)	cm	(monme)	cm	(monme)	cm	(monme)	cm	(monme)
4							6.5	(0.11)	6.5	(0.1)
5							6.5	(0.49)	6.5	(0.6)
6	8.5	(1.9)	8.5	(1.9)	8.0		8.5	(1.0)	8.0	(1.0)
7	9.5	(2.5)	9.5	(2.5)	9.0	(3.9)	9.0	(2.3)	9.0	(2.3)
8	10.0	(3.0)	10.0	(3.0)	11.5	(5.0)	11.0	(4.6)	11.0	(4.0)
9	10.0	(3.8)	10.0	(3.8)	12.0	(5.8)	11.5	(4.9)	11.5	(4.9)
10	11.5	(5.3)	11.5	(5.3)	12.0	(7.5)	12.0	(6.3)	12.0	(6.3)
11	11.0	(7.0)	11.0	(7.0)	11.0	(7.0)	11.0	(10.0)	11.0	(10.7)
12	15.0	(9.3)	15.0	(9.3)	15.0	(9.0)	14.5	(11.5)	14.5	(11.5)

Remarks :　(　) mean Body-weight

以上の記述より，長崎県海域では，中羽マイワシは，６月頃出現し，7,8,9月と魚群が inflow する，特に９月は mode 値 12cm に比して，平均体重が８月に比して大差ないのは小型群の inflow が特に多いと考えられる，10 月には殆んど inflow も out-going もないと考えられ，11月には急激に out-going が始まると考えてよかろう。佐藤[6]も同一の資料にて，中羽の添加は９月最大で 10 月では 1/100 に減少したとしている。

（1.32）　資源の特性値の推定

$$R_{i+1} = R_i \{e^{-(n_j f + P_j + m)}\} \quad \cdots\cdots (A)$$

$(n_j f + P_j + m)$ が小さければ

$$R_{i+1} = R_i \{1 - (n_j f + P_j + m)\} \quad \cdots\cdots (B)$$

$R_j \propto c_j$ とすれば

$$n_j f + P_j + m = 1 - \frac{c_{j+1}}{c_j} \quad \cdots\cdots (C)\ *$$

第２表の数値について

j	nj	cj
7月	670	480
8月	2,607	378
9月	3,133	388
10月	3,600	230

11月　　　　　3,000　　　　　32

これらの値を（c）式に入れると次のようになる。

$670f+P_8+m=0.0735$ ……………………………………（1）

$2,607f+P_9+m=-0.0264$ ……………………………………（2）

$3,133f+P_{10}+m=0.4073$ ……………………………………（3）

$3,600f+P_{11}+m=0.8609$ ……………………………………（4）

この中で未知数は f，m，P_8，P_9，P_{10}，P_{11} の６個であるが，方程式は４個である。従って Pj に対して何等かの仮定を設けないと，解は求められない，（1.31）で記述したように，単位漁獲量の月変化は対数で示すと単純な余弦曲線を伴っているようであるから，

$$Pj=b\cos\{\frac{2\pi}{\lambda}(tj-\varepsilon)\}\qquad \lambda=5$$

$$\sum^{\lambda}Pj=\sum^{\lambda}b\cos\{\frac{2\pi}{\lambda}(tj-\varepsilon)\}=0$$

更に（1.31）で記述したように，10月には魚群の出入はないように思われ，又 $y_{10}\fallingdotseq a$ とおけるから，

$P_{10}=0$　と仮定する。

従って　$P_8+P_9+P_{11}=0$　となる。

以上の仮定にて f 及び m を推定し，この値を（1），（2），（3），（4）式に代入して，Pj の値を求め，$\Sigma Pj\neq 0$，$P_{10}\neq 0$，$P_8+P_9+P_{11}\neq 0$ となった場合は，こゝで計算された Pj を各式に代入して f 及び m を求める，この操作を f，m 及び Pj の値が固定するまで繰り返し，最後に求めた f，m 及び Pj をそれぞれの推定値とする。

第一回の試み

（1）＋（2）＋（4）より

$6,877+3m=0.9080$ ……………………………………（5）

（3）×３－（5）より

$2,522=0.3139$　$\therefore f=12.44\times10^{-15}$

（3）×6,877－（5）×3,133 より

$2,522m=43,7619$　$\therefore m=0.011735$

$M=12m=0.208\fallingdotseq0.21$

繰返し作業の準備として Pj の値を求める。

j	A(njf)	B(m)	C(A+B)	$D(1-\frac{cj+1}{cj})$	Pj+1{D−(A+B)}
7月	0.0833	0.0173	0.1007	0.0735	−0.0272
8月	0.3246	0.0173	0.3420	−0.0264	−0.3684
9月	0.3897	0.0173	0.4071	0.4073	0.0002
10月	0.4478	0.0173	0.4652	0.8609	0.3957

従って　$P_{10}=0.0002\fallingdotseq0$

$P_8+P_9+P_{11}=-0.0272-0.3684+0.3957=0.0001\fallingdotseq0$

$$\sum_{j=0}^{11}Pj=0.0003\fallingdotseq0$$

以上のようになるから，繰返し作業はしなくともよいことになる。

（1.33）　中羽の資源量及び１才魚の補給量の推定。

F(c)……中羽マイワシの瞬間漁獲係数

＊ この方法によると，漁獲尾数の推定や航海数の推定に誤差があるとしても，毎月の標本抽出の方法が同一であれば誤差は相殺される。

ρ(c)……中羽マイワシの瞬間生残率

R(c)……中羽マイワシの当初の資源尾数

E(c)……　〃　漁獲利用率

Y(c)……　〃　漁獲尾数

R(c)……1才魚の当初の資源尾数

中羽マイワシは7〜10月に大部分が漁獲されている。従って

$F(c)=F_7+F_8+F_9+F_{10}=1,2451$

4 m＝0.0694…… 7〜10月迄の瞬間自然死亡係数

6 m≒0.105…… 7〜12月迄の瞬間自然死亡係数

$$E(c)=\frac{F(c)}{4m+F(c)}\{1-e^{-(F(c)+4m)}\}=\frac{1.2451}{0.0694+1.2451}\{1-e^{-(1.2451+0.0694)}\}=0.6928$$

$$\rho(c)=e^{-(F(c)+6m)}=e^{-1.3501}=0.2592$$

$$R'(1)=\frac{Y(c)}{E(c)}\bullet\rho(c) \quad\cdots\cdots (6)$$

昭和28年では，$Y(c)=13,670\times10^6$ ，内 340×10^6 は11月，12月の漁獲尾数であるから，

$$Y'(c)\fallingdotseq Y(c)-340\times10^6=13,330\times10^6$$

E(c) 及び P(c) が長崎県下と同様であるとすれば

$$R'(1)=\frac{13,330\times10^6}{0.6928}\times0.2592=4,897\times10^6$$

$$R(1)\fallingdotseq R'(1)-340\times10^6=(4,897-340)\times10^6=4,647\times10^6$$

昭和26年級魚では，11月，12月の漁獲尾数が $1,217\times10^6$ である，E(c) 及び ρ(c) が昭和28年同様であるとすれば，

$$R(1)=R'(1)-1,217\times10^6=(4,811-1,217)\times10^6=3,594\times10^6$$

$$R(c)=\frac{Y(c)}{E(c)}$$

昭和28年級魚では

$$Y'(c)=13,330\times10^6$$

従って　$R(c)=\dfrac{Y(c)}{E(c)}=\dfrac{13,330\times10^6}{0.6928}=19,241\times10^6$

(2)　大羽マイワシ資源の解析

(2.10°)　記号及び関係式

tp …… 利用期に達したときの年令

$t\lambda$ …… 生涯終期の年令（漁獲尾数が0又は急激に減少したときの年令）

$\lambda=t\lambda-tp$ …… 漁獲期間

$tp=1$　　　$\lambda=t\lambda-1$

但し，昭和24年級魚及び昭和27年級魚では tp＝3 及び tp＝2 の魚群があると考えられる。かゝる魚群では θ なる添字をして

$_\theta Y_i$ …… tp＝θ なる魚群より i 才の漁獲尾数

$_\theta R_{(1)}$ … tp＝θ なる魚群の1才当初の資源尾数

従って，かゝる魚群では

$$R_{(1)}={}_1R_{(1)}+{}_\theta R_{(1)}$$

$$F+M=\log e(Y_1+Y_2+\cdots\cdots+Y_{t\lambda-2})-\log e(Y_2+Y_3+\cdots\cdots+Y_{t\lambda-1}) \quad\cdots\cdots (1)$$

$$\sum_{i=1}^{t\lambda}Y_i=\frac{F_1R_{(1)}}{F+M}(1-e^{-(F+M)\lambda}) \quad\cdots\cdots (2)$$

$$\sum_{\theta}^{t\lambda} {}_{\theta}Yi = \frac{F_\theta \, {}_{\theta}R_{(1)} e^{-(\theta-1)M}}{F_\theta + M} \{1 - e^{-(F_\theta+M)(t\lambda-\theta)}\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

(3.2°)　年 令 組 成

漁獲物の年級別の年令組成を示すと，第4表のようになる。昭和23年級魚の年令組成は他の年と異なり，2才魚の漁獲尾数が甚だしく少い，これは年令査定に誤りがあるのか，標本抽出に偏りがあるのか，何れかの原因によるものと思われる。昭和24年級魚は，3才魚での漁獲尾教が，2才魚での漁獲尾教よりも大きい，この年級魚の3才魚は日本海北部で多く漁獲されているから，3才魚として突然利用域に来游した魚群があったと考えられる。昭和27年級魚は，2才魚にて，甚だしい卓越性を示している，これは明らかに2才魚として始めて利用域に来游した魚群があることを示したものと考えられる。

これ等の年令組成と（1）式によって，年瞬間死亡係数（F＋M）を計算すると第5表に表したようになる，これよりＦとＭとを分離することが最で重要な事項であるが，入羽マイワシについてこれを分離し得る資料は，現段階では見当らないようである。しかし，田内の試みによって推定されたMの値がある，それによると

Table 4　Age Composition of each year class of sardine catch

（単位10^6 尾）

Year class ＼ Age	1	2	3	4	5	ΣYi	tλ
昭和２３年級 (1948)	1,107 (890)	314 (227+314)	297	129 (129+41)	41	1,898	6 (4)
〃　２４年級 (1949)	889 0	435 0	218 375	104 177		1,646 615	5 6
〃　２５年級 (1950)	1,076	649	318	(90)		2,035 (2,133)	4 (5)
〃　２６年級 (1951)	1,432	630	289			2,261	4
〃　２７年級 (1952)	765 0	384 322				1,149 322	3 3

$(1-e^{-M^{*}})=0.22$　　∴ $M=0.25$

$(1-e^{-M^{**}})=0.20 \sim 0.30$　　∴ $M=0.22 \sim 0.35$

横田*** による中羽マイワシについては

$M=0.21$

こゝでは

$M=0.25$ を採用し，毎年一定と仮定する。

(3.30°)　1才当初の資源尾数の推定

(3.1°) の（2），(3) 式，(3.2°) にて推定された F+M，及び田内の推定による M=0.25 とによって各年級魚について，1才当初の資源尾数 $R_{(1)}$ を推定すると，第5表に示したようになって，$R_{(1)}$ の値は $3.791\times10^6 \sim 4.410\times10^6$ であって,(1.33) にて推定した中羽より1才魚の補給尾数は $3,594\times10^6 \sim 4,647\times10^5$ で，よく近似した値が得られている。

---

*　田内森三郎　日本水産学会誌 10（5）

**　〃　〃　17（7）

これについては，一部漁獲による消耗も含まれているとも考えられる。

***（1.22）参照

Table 5 Sardine : estimation of Recruitment in number ($R_{(1)}$) at the beginning of 1 age.

Year class \ Term	F+M	M	F	$1-e^{-(F+M)\lambda}$	E	$R_{(1)}$ ($\times 10^6$)
1948 年級	(0.56) 1.05	(0.25) 0.25	(0.31) 0.80	(0.894) 0.99	(0.495) 0.75	(3,834) 2,570
1949 年級	0.71 0.75	0.25 0.25	0.46 0.50	0.94 0.876	0.61 0.36	2,710 1,700
					1949 年計	4,410
1950 年級	0.65	0.25	0.40	0.853	0.524	3,959
1951 年級	0.77	0.25	0.52	0.90	0.60	3,791
1952 年級	0.65 0.65	0.25 0.25	0.40 0.40	0.73 0.48	0.45 0.23	2,553 1,400
					1952 年計	3,953

次に毎年の当初の大羽マイワシの資源尾数を推定しよう。

t …… 年度

Yt …… 年度の全漁獲尾数

Rt …… 年度当初の資源尾数

仮定　$Yt=\frac{F}{F+M}Rt(1-e^{-(F+M)})$ …………………………………………… (4)

F+M は t 年級魚ものを採用する。

（但し，昭和 27 年については昭和 24 年級魚の３才より４才えの損耗による）

M=0.25 とする

年度別大羽マイワシの漁獲量を示すと第６表のようになる。

第６表及び（４）式より Rt を求めて第６表に示す。これによると，昭和 24 年度より昭和 26 年度の３ケ年はの値には大なる相違はないが，昭和 27 年では Rt の値は，他の年に比して大きい，これは，前記のように昭和 24 年級魚が突然利用域に出現したためと考えられる。

Table 6 Sardine ; estimation of population size (Rt) at the beginning of each year (t)

Year \ Term	Total catch Yt	F+M	F	$(1-e^{-(F+M)})$	$Rt\times 10^6$
昭和24年(1949)	$1{,}694\times 10^6$	0.71	0.46	0.51	5,125
25年(1950)	$1{,}537\times 10^6$	0.65	0.40	0.48	5,203
26年(1951)	$2{,}042\times 10^6$	0.77	0.52	0.54	5,600
27年(1952)	$2{,}756\times 10^6$	0.75	0.50	0.53	7,796

（4） シラス，小羽マイワシの資源の特性値

日本では，全長約 1.5cm 以上のシラスより漁業の対象となっている。従ってシラス，小羽マイワシの資源の特性値を推定することは，漁業管理上必要な問題である，しかし，この時代については総死亡率すら推定が困難である。得られている資料は昭和 24 年～26 年度の漁獲尾数の推定，昭和 27 年，28 年の小羽の漁獲尾数の概数程度であるが，他方には中井等* によって日本沿岸にて放出された全産卵数が推定されており，又中井等** によると卵よりシラス（全長 1.5cm ）までの生残率は 1/1000 と計算している。

* 中井甚三郎等　昭和 24 年～26 年鰮資源協同研究経過報告 25頁
** 〃　〃　23頁

（4.1°） 資源の特性値推定の方針

a，シラスとして補給される尾数を中井等の資料や，親魚と当才魚の漁獲尾数より推定する。

b，(1.32) によって推定された中羽マイワシ資源の特性値によって，中羽として生残した尾数を推定する。

c，適当に漁獲死亡率を仮定する。（中羽にて推定された漁獲死亡率を基準とし，それぞれの漁獲尾数に応じて仮定する）。

d，cによる漁獲死亡率と，bによる中羽当初の資源尾数とによって，繰返し図法（successive approximation）にて，自然死亡率，及び初期の資源尾数を推定し，最終段階として，aにて推定されたシラスの資源尾数に近似させる。

（4.2°） シラスの資源尾数の推定

こゝでは当才魚の調査が比較的よく行われると考えられる昭和26年の資料によることにする，中井等によると，この年の産卵総卵数は絶対平均で 130.7＼10^{12}，算術平均で 197.59×10^{12} であって，これらの1/1000 がシラスとして残ることになるから，シラスの資源尾数は，130,710×16^{5} ～197,590×10^{5} となる。

当才魚と1才魚以上（親魚）との漁獲尾数の比を示すと，第7，第8表のようになり，東支那海では，昭和27年を除けば，当才魚と親魚との比はほゞ 20：1 であり，日本全体では昭和24～26年では18～20：1 となっている。横田* も1才魚の産卵群を確認している，一般に1才魚の利用率が小さいのは，産卵群となったもののみが漁獲されるためと考えられる，今親魚の雌雄比を1：1とすれば，漁獲雌親魚と当才魚の漁獲尾数の比は1：40 となり，中羽との比は1：20 となる。

Table 7 Comparison of adult and young sardine catch in number

Eest China unit 10^{6}

Year	0 aged			Ault (d)	0 aged / Adult	
	Total (T)	B. L≦6.5cm (b)	B. L≧7.0cm (c)		T/d	c/d
昭和26年(1951)	21,118		10,710	804	26.3	13.3
27年(1952)	11,223		11,017	1,062	10.5	10.3
28年(1953)	15,021		10,147	764	19.7	13.3
29年(1954)	6,773		3,734	335	20.0	11.5

Table 8 Sardine ; comparison of adult and young catch in number

Japan (unit 10^{6})

Year \ Term	0 aged			Adult (d)	0 aged / adult		
	シラス(a)	小羽 (b)	中羽 (c)		a/b	b/d	c/d
昭和24年	12,261	21,998		1,694	7.2	13.0 (6.0)	(7.0)
25年	8,777	20,415		1,537	5.7	13.3 (6.3)	(7.0)
26年	7,404	15,051	14,076	2,042	3.6	7.3	7.0
27年	1,598	3,104	13,814	2,756	0.6	1.1	5.0
28年	4,294	7,576	13,670	2,038	0.2	3.7	6.7

Remarks, (a) Whitebait B.L<3.5 cm
(b) Small sized adult form 3.5≦B.L≦6.5 cm
(c) Middle sized 〃 7.0 cm≦B.L

* 横田滝雄 南海区水産研究所報告 No. 2, P. 103.

1尾の雌親魚の産卵に由来するシラスの尾数を種々変化させて，実際の当才魚の漁獲尾数との割合を示すと，第9表のようになる，これより妥当なるシラスの発生尾数を求めると約60尾となる。

Table 9 Sardine; Comparison of 0-age sardine and number of eggs spawned by one female adult

Term	number of eggs spawned by one female 10^3					
	10	20	30	60	90	120
Recruiment of young, B.L 1.5 cm (c)	10	20	30	60	90	120
Total number of 0 aged catch (d)	40	40	40	40	40	40
Catch of middle sized (e)	20	20	20	20	20	20
d/c	4.00	2.00	1.33	0.67	0.44	0.33
e/c	2.00	1.00	0.67	0.33	0.22	0.17

昭和26年の親魚の資源尾数は $5{,}600\times10^5$ となっている（3.3°），その半数が雌とすれば，その数は $2{,}800\times10^5$ 尾で，これより60尾づゝのシラスが由来するとすれば，その数は，

$$60\times2{,}800\times10^5 = 168{,}000\times10^6$$

となって，中井等の産卵数の推定より求められた両数値の中間の値が得られる。こられのうち約30%は，日本海北部にて発生すると考えられるから，それからは当才魚の漁獲には関与しないとすれば，当才魚で漁獲の対象となるシラスの資源尾数は，70%ということになる。

$$168{,}000\times10^6 \times 0.7 = 123{,}600\times10^5$$

中井等によると

$$130{,}710\times10^5\times0.7 = 91{,}497\times10^6 \sim 197{,}590\times10^5\times0.7 = 138{,}31\varepsilon\times10^5$$

となる。

（4.3°） 資源の特性値の推定

以上の推定値と次に設ける仮説にて，土井* によって提案された Successive opproximation 法によって，資源の特性値を推定しよう。

（4.31） 記号，仮説及び関係式

a. ………………………… シラス（全長 1.5〜3.5 cm）

b. ………………………… 小　羽（体長 3.5〜6.5 cm）

c. ………………………… 中　羽（体長 7.0cm 以上の当才魚）

R(k) ……………………… k＝a, b, c の当初資源尾数

F(k) ……………………… 〃　瞬間漁獲係数

$d(k)=(1-e^{F(k)})$ … 〃　漁獲率

M(k) ……………………… 〃　瞬間自然死亡係数

E(k) ……………………… 〃　漁獲利用率

Y(k) ……………………… 〃　漁獲尾数

ρ(k) ……………………… 〃　生残率

$$R(k)=\frac{Y(k)}{E(k)}$$

昭和26年の Y(k) の値は次のようになる。

$Y(a)=7{,}404\times10^6$

$Y(b)=15{,}051\times10^5$

* 土井長之　東海区水産研究所農林技官

$Y(c)=14{,}076\times10^6$

近似的に

$Y(a)\fallingdotseq\frac{1}{2}\ Y(c)$

$Y(b)\fallingdotseq Y(c)$　　となる。

この関係より

$d(a)=\frac{1}{8}d(c),$

$d(b)=\frac{1}{2}d(c)$　と仮定する

$d(c)=(1-e^{-1.2451})=0.7120$（（1.32）による）

従って

$d(b)=0.3560$　故に　$F(b)=0.44$

又，

$d(a)=0.0890$　故に　$F(a)=0.093$

昭和24年，25年も大体同じような傾向といえる。

（4.32）　R(b)，M(b)，E(b) の推定

$$R(c)=\frac{Y(c)}{E(c)}=\frac{14{,}076\times10^6}{0.6928}=20{,}317\times10^6$$

第1次近似，自然死亡なしとした場合，R(b) の推定値を R′(b) とすれば

$$R'(b)=\frac{Y(b)}{d(b)}=\frac{15{,}051\times10^6}{0.3560}=42{,}278\times10^6$$

$$\rho'(b)=\frac{R(c)}{R'(b)}=\frac{20{,}317}{42{,}278}=0.48=e^{-0.7340}$$

$$a(b)=(1-e^{-F'(b)})$$

$$0.3560=(1-e^{-F(b)})\quad\therefore\quad F(b)=0.44$$

$$M'(b)=0.7340-0.440=0.2940.$$

$$E'(b)=\frac{0.44}{0.294+0.44}(1-e^{-0.7340})=0.312$$

第2次近似

$$R''(b)=\frac{Y(b)}{E'(b)}\quad 48{,}240\times10^6$$

$$\rho''(b)=\frac{R(c)}{R''(b)}=\frac{20{,}317}{48{,}240}=0.4212=e^{-0.8646}$$

$$M''(b)=0.8646-0.44=0.4246$$

$$E''(b)=\frac{0.44}{0.4246+0.44}(1-e^{-0.8646})=0.2946$$

第3次近似

$$R'''(b)=\frac{15{,}051\times10^6}{0.2946}=51{,}089\times10^6$$

$$\rho'''(b)=\frac{20{,}317}{51{,}089}=0.3977=e^{-0.922}$$

$$M'''(b)=0.922-0.44=0.482$$

$$E'''(b)=\frac{0.44}{0.842+0.44}(1-e^{-0.922})=0.2874$$

第4次近似

$$R''''(b)=\frac{15{,}051\times10^6}{0.2784}=52.360\times10^6$$

$$\rho''''(b)=\frac{20.317}{52.360}=0.3822=e^{-0.944}$$

$$M''''(b)=0.944-0.44=0.504$$

$$E''''(b)=\frac{0.44}{0.504+0.44}(1-e^{-0.944})=0.466\times0.6116=0.285$$

以上の作業より，次のような推定を得る。

$$R(b)=\frac{Y(b)}{E''''(b)}=\frac{15{,}051\times10^{6}}{0.285}=52{,}800\times10^{6}$$

$$E(b)=0.285$$

$$\rho(b)=0.388$$

$$M(b)=0.504$$

$$E(b)=0.44$$

これより，$R(b)\rightarrow53{,}000\times10^{6}$ にて近似できるものとする。$R(a)$，$\rho(a)$，$M(a)$ についても前記と同様な方法にて，

$$R'(a)=\frac{Y(a)}{d(a)}=\frac{7{,}404}{0.089}=83{,}191\times10^{6}$$

$$\rho'(a)=\frac{R(b)}{R'(a)}=\frac{53{,}000}{83{,}191}=0.6371=e^{-0.451}$$

$$0.089=(1-e^{-F(a)})\qquad\therefore\quad F(a)=0.093$$

$$M'(a)=0.451-0.093=0.358$$

$$E'(a)=\frac{0.093}{0.358+0.093}(1-e^{-0.451})=0.0747$$

かくして各次の近似値を示すと，次のようになる。

近似回数	R(a)	E(a)	ρ(a)	M(a)
2	99,116	0.0687	0.5347	0.547
3	107,772	0.0658	0.4918	0.616
4	112,523	0.0654	0.4710	0.659

$$R(a)=\frac{7{,}404\times10^{6}}{0.0654}=113{,}211\times10^{6}$$

Table 10 Characteristic value of 0-age sardine population

Term \ Stage	Whitebait a	Small sized adult form 小羽 b	Middle sized adult form 中羽 c
Stock size at beginning (R)	$113{,}211\times10^{6}$	$53{,}000\times10^{6}$	$20{,}317\times10^{6}$
Instantaneous natural mortality coefficient (M)	0.659	0.504	0.105
Natural mortality rate $(1-e^{-M})$	0.482	0.396	0.100

Remarks a B.L.<3.5 cm
b 3.5 cm≦B.L.≦6.5 cm
c B.L.≧7.0 cm

この一連の操作によって得られた当才魚の資源の特性値は第10表のようになる，又，最終的に得られたシラス当初の資源尾数は，

$R(a)=113{,}211\times10^{6}$ となる，この値と（4.2°）の推定値と比較すると，よく近似した

$123{,}600\times10^{6}$ （横田）

$91{,}497\times10^{6}\sim138{,}313\times10^{6}$ （中井等）

数値となっていることがわかる，従って，d(b)，d(a) の仮定値は，僅かに大きな値ではあるが，実際に近いものと考えてよいのではなかろうか。

当才魚各期の生残率を示すと次のようになる。

$\rho(a)$	$\rho(b)$	$\rho(c)$
0.2592	0.3833	0.4681

$$\rho_0=\rho(a)\times\rho(b)\times\rho(c)=0.0465$$

これが当才魚全期を通じての生残率になる，しかし，一般に求められている当才魚の見掛上の生残率（1才魚の漁獲尾数／当才魚の漁獲尾数）は，0.026〜0.041* で，昭和26年級魚では0.037となって，上記の計算値よりも小さい，これは，$\rho(c)$ にて考えられているのは，10月までの漁獲死亡と12月までの自然死亡とであって，11月，12月の漁獲死亡は考えられていない，しかし，昭和26年までは11月，12月に，当才魚が $1,217\times10^6$ 尾漁獲されていること及び，一般に1才魚の漁獲利用率が，他の年令魚に比して小さいことによる見掛上の問題と考えられる。

（5） 討　　論

大羽マイワシの年瞬間自然死亡係数は，日本では，田内によって，$M=0.22\sim0.35$ と推定され，Beverton** は Calfornia Sardine で Silliman の資料によって，$M=0.20$ と推定した，横田は中羽マイワシについて，$M=0.21$ と推定した，以上の3者の推定値は，近似した値となっている，又，横田の $M=0.21$ を使用して計算した中羽よりの生残としての $R_{(1)}$ と，田内の $M=0.25$ を使用して計算した大羽の漁獲利用率よりの $R_{(1)}$ とは，近似値を示している。従って両者の推定は，実際に近いものと考えられる。中井等によって推定された親魚の自然死亡率と漁獲率の一つの値を取り出すと（雌1尾年間平均産卵数を 99.3×10^3 の場合），$(1-e^{-M})=0.42$　∴ $M=0.54$，$(1-e^{-F})=0.20$　∴ $F=0.22$ これによって漁獲利用度 E*** $=\dfrac{0.22}{0.54+0.22}(1-e^{-(0.22+0.54)})=0.154$

昭和26年の2才魚以上の漁獲尾数は，966×10^6 であるから，資源尾数 $R=\dfrac{966\times10^6}{0.153}=6,313\times10^6$ となって，中井等の計算した値 $3,984\times10^6$ とは，甚だしく相違した値となる。

$$966=\frac{F\times3,934}{F+M}(1-e^{-(F+M)})\text{とし，}$$

$F+M=0.76$　　中井等

$F+M=0.77$　　横田等

これより $F=0.346$　$M=0.414$ が得られる。産卵親魚中に1才魚の¼が参加しているとすれば，昭和25年級魚の $R_{(1)}=3,959\times10^6$ (3.3˘) であるから，産卵に参加した1才魚の尾数は 990×10^6 従って $R=3,984\times10^6-990\times10^6=2,994\times10^6$

$$966=\frac{F\times2,944}{F+M}(1-e^{-(F+M)})\text{より}$$

$F=0.46$　　$M=0.30$

若し，1才魚の⅓が産卵に参加すると

$F=0.52$　　$M=0.24$　となり，田内の推定値に近似してくる。

若し，1才魚の½が産卵に参加すると

$F=0.68$　　$M=0.08$

以上のように，中井等の推定値は，1才魚が，産卵に参加する割合によって変化する，1才魚が産卵に参加しないことを確認するための資料はなく，逆に産卵するという事実は観察されている。従って，中井等の

---

* 横田，浅見　昭和28年鰮資源協同研究経過報告 27頁，第17表

** Beverton　R. J. N.

*** 中井等は（μ）としている。

推定による資源の特性値は，推定の根拠が薄弱である。

次に当才魚（全長 1.5cm のシラス以上）の自然死亡率の問題で，当才魚の漁獲尾数と１才魚の漁獲尾数との比より，見掛上の減耗率は，0.96〜0.97 となる，これが全部自然死亡であるとする中井等の考え方は納得できない。

昭和26年の当才魚の漁獲尾数は，36,531×10^6 と推定されている。シラスの資源尾数（R(a)）として $36{,}531\times10^6=\frac{FR(a)}{F+M}(1-e^{-(F+M)})$ とすれば，資源の特性値は次のようになる。

R′(a)	F+M	F	M
123,600×10^6（横田の仮定）	3.27（ρ=0.037）	1.01	2.26
91,497×10^6（中井等の推定）		1.36	1.91
138,313×10^6（中井等の推定）		0.90	2.37
113,211×10^6（横田の推定）		1.11	2.16

以上のように，漁獲による減耗も，相当大きいと考えられる。

（6） 要　　約

この報告にて推定されたマイワシの各期の資源の特性値は，次のようになって，生長に伴い，自然死亡係数は，次第に減少し，中羽以上の体形のものでは年瞬間死亡係数は，0.21〜0.25 程度と考えられる。

マイワシの成長の各段階での資源の特性値を表示すると次のようになる。

瞬間漁獲係数（F）				自然死亡係数（M）				生　残　率（ρ）			
シラス	小　羽	中　羽	大羽(年)	シラス	小　羽	中　羽	大羽(年)	シラス	小　羽	中　羽	大羽(年)
0.09	0.44	1.2451	0.51	0.659	0.504	0.105	0.25	0.4681	0.3833	0.2592	0.46

自然死亡の原因の一つとして，考えとれている魚種相互間の Competition については別に考察を進める。

参　考　文　献

(1) 中井甚三郎，外　昭和24年〜26年鰮資源協同研究経過報告，昭和29年3月

(2) 横田滝雄，浅見忠彦　昭和28年鰮資源協同研究経過報告 昭和30年3月

(3) 西海区水産研究所　昭和28年いわし資源調査中間報告

(4) 農林省統計調査部　昭和28年海面漁業浅海養殖漁獲統計表

(5) 田内森三郎　日本水産学会誌 第17巻 7号

(6) Takerow SATOW　Journal of the Shimonoseki College of Fisheries, Vol. 5, No. 2

On Survival Rate of Fry of Iwashi Fishes*

Takio YOKOTA

NAKAI and others** estimated mortality of fry on the basis of the body length composition obtained by vertical tow and assumed growth speed. But it is not satisfactorily proved that fry samples obtained at several times at several localities within a certain region were given rise to by equal number of eggs respectively.

YOKOTA*** made remarks on this. If frequency distribution of body length of fry nearly conforms to normal curve, he assumes, eggs were liberated in such a way as nearly as nearly as satisfying normal distribution curve with its mode a certain day. Then we have

$$Ce^{-\frac{t^2}{2\rho^2}} \cdot e^{-at}$$

satisfying frequency distribution of body length. Survival rate e^{-at} was thus calculated.

But frequency distribution of body length of fry is also influenced by natural mortality during development, temporal change of spawned eggs, and also by dispersal or aggregation due to ocean current. For example, anchovy fry are lickely aggregated in March and April bordering line between warm current and littoral warter system in Hyûga Nada, thus large-sized fry are caught at stations in offing. On the contrary such bordering line between water masses of different quality appears near the coast in autumn, inducing somewhat grown fry nearer the coast than the observation points. Large-sized fry appear rarer than in spring.

With a view to avoid such deviatione caused by those factors no other means than repeated collection in time and in location to accumulate data as much as possible can answer the purpose.

The present paper deals with total length composition of anchovy fry which were obtained in northern and middle area of Hyûga Nada at about 42 pointe in 1950 to 1955.

Table 1 tabulates frequency distribution of total length of the specimens. It ranges from 2 mm to 33 mm, 4 mm in length being most abundant. YOKOTA maintains that a length 35 mm is attained one month after hatching in anchovy. When 1 mm is taken for one day average increment in length, the cipher in terms of total length is at once usable for time in days required for development.

Table 1. Total length frequency distribution of larval catch of *Engraulis japonicus* (1950~1955)

Total length	2mm	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
catch	130	2312	4321	4010	3173	2617	2242	1629	1258	704	497	357	239	217	128	93	99	46	98	51	37	24	8	11	7

* 南海区水産研究所業績 第70号.

** NAKAI and others, 1955, Progress Report of the Cooperative IWASHI Resources Investigations April 1949~Dec. 1951..

*** YOKOTA 1953, Report of NANKAI REGIONAL FISHERIES REREARCH LABORATORY. No. 2.

Fig. 1 illustrates logarithm of obtained specimen number against time in days after hatching. It may be mentioned that 2 or 3 mm ones are very rare in samples, But it should be considered due to selectivity of collecting net, A linear trend is evident from 4 mm ones to 10 mm ones, even 11 mm ones being presumably included a sudden drop in number of collected material is seen at 12 mm one. Seldon are chances to get specimens over 18 mm in total length, thus, such taken at a few points and times influencing considerably general form of frequency distribution.

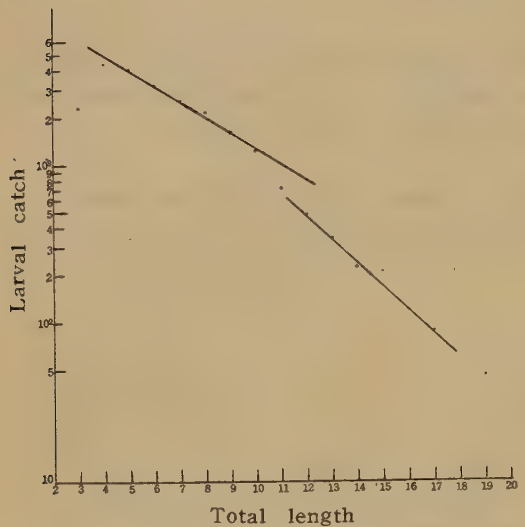


Fig. 1 Total length frequency distribution of larval catch (*Engranlis-japancus*, 1950,〜55)

Decrease may be computed from 2 straight lines plotted in Fig. 1 as follows:

total length 3〜10mm $g=Ae^{-at}$

〃 11〜17mm $y=Be^{-bt}$

where A, B are constants, g and y number of specimens, a and b decrease coefficients, t time in days after hatching.

Thus we have

$a=0.210$

$b=0.3373$

A comparision of the above and the following values calculated from specimens of Aug. 1951 to July 1954 shows that a has become smaller but b larger, In other words, large-sized fry were collected fewer since Aug. 1954. On the other hand the decrease in number of collected specimens has become slowed down in small-sized ones.

If this be taken for natural martality of fry, we have smaller mortality of 4〜10 mm and greater mortality in 11〜17 mm ones in 1955.

A sudden increase of mortality in 12 mm ones bears similarity to fry of amcrican littoral *Scomber scombrus* as reported by SETTE (1943). He stated to the effect that the mortality goes up at a certain devclopmental stage. But it connot be said that physiological activity takes an abrupt turn in 12 mm ones. The smallest size of fry caught by fishermen's net in littoral fishing ground in 12 mm in length. Even in stage with total length 11 mm caudal skeleton is well developed to ensure free swimming toward the ground. It followe therefore that it adds to increase of fishable specimens.

Data are now being accumulated pointing to the conclusion that large mortality of anchovy fry is due to presence of many predators, among which adult anchovy, mackeral and horse mackeral leave no doubt in this respect.

アジ科魚類の年令査定と成長について*

三 田 典 子

On the Age Estimation of Carangoid Fishes

Noriko MITA

With a view to furnish a reliable basis for age estimation, a large number of specimens of nine Carangoid species were examined. Scale reading coupled with measurement of body length of the monthly catch was done.

Two annuli were found to oppear almost equidistantly on the scale of the fishes in each year. Finite differences diagram was drawn and observed points plotted on it were found mostly lying on straight line respectively. But points of inflection were seen in *Seriola quinqueradiata* and *S. purpurascens*, one about 50 cm long in the former and one about 71 cm long in the latter. But the later halves of the two, as similarly as those of other fishes, satisfy Bertalanffy's equation well, Table 2 of section 3 tabulates values of each parameter.

緒 言

南海区沿岸で，漁獲されるアジ科魚類の種類は，相当多数であるが，普通漁獲されるものでは，旋網類による，マアジ，マルアジ，モロ，ムロアジ，オアカムロ，クサヤムロ，曳網及び敷網で，マアジ，モロ，オアカムロ，定置網で，ブリ，ヒラマサ，カンパチ，シマアジ，カイワリ，底曳網で，マアジ，マルアジ，カイワリ，アイブリ等のように思われる。これらの魚種について，比較的容易に，多くの標本が得られる魚種の年令査定及び成長状況を考察し得たので，こゝに報告する。この報告は，沿岸回游性魚族の群聚の研究の一部分を担当しているものであって，この研究の全過程にわたって，懇切なる御指導を賜った南海区水研沿岸資源部長に感謝するとゝもに，御協力を賜った部員各位に深く感謝します。

（1） ブリの年令査定と成長

ブリの年令査定については，木村[(1)]は，漁獲物の体長，及び体重分布より，各年令魚の体長，及び，体重範囲を推定した，宇田[(2)]は，ブリの漁獲主群は，4～6才魚であるとした，相川[(3)]等は，脊椎骨の椎体に見られる Ring で，年令査定を行い，各輪形成時の体長を計算した，本多[(4)]，及び，三谷[(5)]は，各独自の立場で，鱗に形成される輪紋で年令査定を行い，成長状況を想定している。筆者は主として，鱗の輪紋で年令査定を行ったが，稚魚，及び，水族館に飼育中のブリの鱗の構成について，若干の知見を得た。

(1.1°) 鱗の形成及び構造について

産卵調査で採集された稚魚で，鱗形成の過程を観察すると，体長 17mm のものでは，体の表面には，鱗は形成されていないが，皮膚組織の中に，Screloblast より鱗が形成されつゝあるのが観察される。体長 26 mm（Fork length 32 mm）のものでは，円形の鱗が，体の表面に散在しているのが認められる，体長 30

---

* 南海区水産研究所業績 第71号.

(1) 水産試験場報告 第8号（昭和12年）
(2) 日本水産学会誌 1巻 3号（ 〃 ）
(3) 日本水産学会誌 第7巻 第2号
(4) 日本水産学会誌 第15巻 第2号 昭和24年
(5) 日本水産学会誌 Vol. 21, No. 7 昭和30年

mm に達すると，鱗に1個の circulii が形成され，鱗の径は，0.13 mm となる，体長の生長に伴い，鱗径は大きく，circulii 数も増加する，稚魚について体長と鱗径及び circulii 数の関係を示すと，第1表及び第1図のような直線で示される，第1図によると鱗の増大傾向は，体長及び Fork length の生長傾向より大きく，そうして鱗は生長に伴い相互に重なり合うようになる．(Plat 1, Fig. 2, Fig. 3 参照) 体長 75

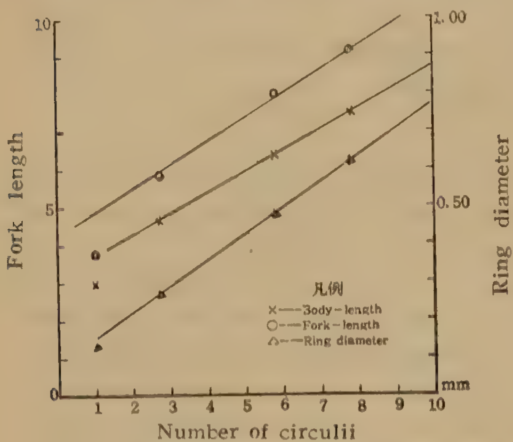


Fig. 1 Relation of fork-length (body-length) and number of circulii in scale (young yellow tail)

Table 1 Relationship between Fork length and number of circulii in scale (Fry of yellow tail)

No.	Fork length	mean number of circulii	mean of scale diameter
	cm		mm
1	7.5 (9.1)	7.8	0.62
2	6.4 (8.0)	5.8	0.48
3	4.7 (5.9)	2.7	0.27
4	3.0 (3.8)	1	0.13
5	2.6 (3.2)	0	

Plate 1.

Fig. 2



Fig. 3

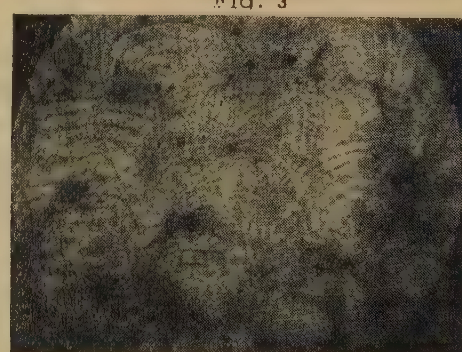
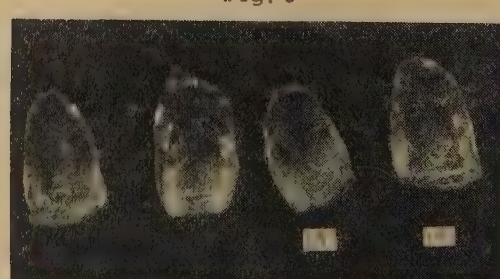


Fig. 4



Fig. 5



mm（F.L 91 mm）になると，露出部が変形して，鱗全体が楕円形になり始める。成体魚の鱗は，楕円形で，focus は露出部に偏在し，多数の circulii が見られる。この circulii の分布には粗密があって，偏光顕微鏡）crossnicol にて，530mμ（鋭敏色）板を挿入すると，密な部は黄色を呈し，粗なる部は青色を呈する。このように黄色を呈する部分を停止帯とし，これを Ring とした，これを図示すると図版1の第4図のようになる。

成体魚について，体長と鱗に見られる circulii 数との関係を示すと，第2表のようになって，大体の傾向として，体長が 10mm 内外生長するごとに，1個の circulii が出来るようであるが，稚魚では 10～15 mm 生長するごとに circulii 1個形成されるように思われる。更に，各 Ring 間の circulii 数を示すと第3表のようになって，輪番号が大きくなるに従って，circulii 数は次第に減少してくる。これらのことよりして，高令になる程，成長度が小さくなることがわかる。

Table 2 Relationship between fork length and number of circulii (Adult of Yellow tail)

B.L / Nos. of circulii	64	66	67	68	69	76	77	78	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	94	95
Sum	142	204	59	68	221	150	256	295	91	79	393	455	707	288	298	532	136	83	171	89	193	96
Individual	2	3	1	1	3	2	3	4	1	1	5	6	9	4	4	7	2	1	2	1	2	1
Mean	71	68	59	68	74	75	85	74	91	79	79	76	79	72	75	76	68	83	86	89	97	96

Table 3 Number of circulii found in each ring interval (adult)

Ring No.	1	2	3	4	5	6	7	8	平均値
Avarage	12.1	11.9	11.4	10.7	10.5	10.6	9.2		10.9
σ	1,760	1.60	1,884	1,572	1,676	1,927	1.43		1,898

(1.2°) 採鱗部位について

多くの魚類の鱗は，体の各部によって，それぞれ，異った形をしている。検鱗は，なるべく正しい形のものによることが望ましい。ブリについて，第6図で示したように10ケ所の異った部位より採鱗し，その形，大きさ，circulii 数を示すと，稚魚では，6の部位のものが circulii 数が最も多い，（第4表）成体魚では

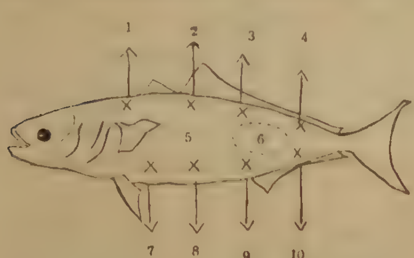


Fig. 6 Showing localities of examined scales

Table 4 Number of circulii in scales taken from 10 parts of body surface (see fig. 6); fry of yellow tail

No. / F.l.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
～3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
～4.0	?	?	1	2	?	2	?	?	?	2
～4.5	1	2	2	2～3	2	3	?	2	2～3	3
～5.0	1	1～2	2	2～3	2～3	3～4	1～2?	2	2～3	3～4
～5.5	1	2	2～3	4～5	3～4	5	1 ?	2～3	4	4
～6.0	1～2	2～3	3	4～5	4～5	5	2 ?	3～4	3～4	5

第5表に示すようになって，6の部位のものは鱗径は大きく，形も良く（r/W が小さい）又 circulii 数も最も多い。他方，ブリの各椎体の長さを示すと，第6表のようになって，第14椎体より第19椎体が他に比して長く，この部が採鱗部位の6に相当する。従って，6の部位は，体長の成長が最も旺盛な部位であって鱗の成長も，体の成長に最もよく比例しているものと考えられる。

Table 5 Variations of scale form in each part of body surface

Date / Part No.	1954. Jan. 26.					F. L 89 cm				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Number of circulii	56	56	71	87	?	88	45	47	52	79
Ring diameter (r)	5.6	4.0	6.0	6.8		7.6	4.5	4.6	4.7	6.5
Ring width (W)	2.8	2.4	3.8	4.6		5.2	2.3	2.3	2.3	4.6
r/W	2.00	1.67	1.58	1.48		1.46	1.96	2.00	2.33	1.41

Table 6 Relation between Vertebra-length and Scale locality

Vertebra No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Relative length of vestebra	1.00	1.21	1.49	1.63	1.77	1.80	1.95	1.96	2.14	2.16	2.11	2.11
Part No.					5							
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Relative length of vestebra	2.13	2.21	2.26	2.25	2.26	2.32	2.31	2.12	2.01	1.72	1.28	1.10
Part No.		6										

（1.3°） 鱗数と体長との関係

延岡市赤水のブリ定置網で，1～5月までの間に漁獲されるブリは，全長が 62～96 cm の範囲のものが最も多い，全長 94cm のものでは第8輪が形成され，その外側に成長帯が相当発達している。全長 70～80 cm ののものでは第6輪及び第7輪が完成され，その外縁部に，休止帯（第8輪）がで始めているものが混在している。全長 60～70cm のものでは，第5輪が形成され，外縁部に第6輪が形成されつゝあるものや既に第6輪が形成されて，その外側に成長体が構成されつゝあるもの等が観察される。全般的に1～4月の間では，第6輪及び第8輪が形成されつゝある個体が，多く漁獲されているようである。他方，5月に漁獲された体長 43～49cm のものでは，第4輪が完成されている。従って，偶数輪は冬より春に形成されるものと考えられる。奇数輪は，夏期に形成さるゝものと考えられる。高知市桂浜の水族館に飼育中のブリより，昭和29年5月に鱗を採集することができた。

このブリは，昭和25年3月に水族館に収容されたもので，当時は満1才魚であったと思われ，満4年間水族館にて飼育されたことになる。その鱗を示すと，図版1，第5図のAのようになって，第5輪まで明らかに形成され，第6輪が形成されつゝあることがわかる。これらの鱗の内，図中のBのように，鱗の中央部に circulii のない鱗紋の乱れたものがある。これは再生鱗と考えられ，再生部の径が正常鱗の第2輪の径と，ほゞ等しいと言える。従って，水族館に収容する際に受けた損傷部に，再生されたものと考えられる。そうすると水族館に収容されてより，満4年間に、4輪が形成されることになって，水族館のような特殊環境では，夏輪が形成されないことになる。

(1.4°)　輪形成時の計算全長

輪径の測定は，停止帯の外縁を取って，全径を測定した場合と，被覆部のみの径を測定した場合とがある。その径より，形成時の計算体長を求める際は，前者の測定値にする方が，安定した値が得られるようである。輪径と全長との関係式は，次のようにした。

$$Li = L \times \frac{Ri}{R}$$

R ……………… 鱗径　　Ri ……………… i 輪の径

L ……………… 全長　　Li ……………… Ri の形成時の計算全長

これによって計算した全長を第7表に示す。

Table 7　Calculated body-length on the basis of scale ring

Year	Ring no. / Mounth	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1954	Jan.	10.1	21.5	31.9	44.2	56.6	67.8	77.3		85.7
	Feb.	10.0	21.2	33.7	43.6	56.8	67.1	78.7	84.5°	88.7
	Mar.	10.5	22.9	33.5	43.8	55.8	66.9	75.8		82.7
	Apr.	9.9	19.4	29.7	39.5	50.8	61.9	71.7		77.1
1955	Mar.	——	22.5	30.6	41.8	53.0	62.7	70.7	77.2	80.4
	Apr.	11.2	22.7	31.8	45.4	55.7	65.0	75.9		76.5
1956	Mar.	——	23.3	31.0	40.3	49.6	62.0	73.0	82.3	90.0
	Apr.	——	26.2	37.2	46.5	59.3	69.0			77.0

(1.5°)　生長度の推定

第7表より得た各輪形成時の計算体長の平均値を，年別，月別に纏めると第8表のようになり，このRing 形成時の体長によって，定差図を描くと，第7図に示すようになる。3月及び4月分は，3ケ年間の資料によるもので，各輪共に，かなりのちらばりが見られる。これは Ring の測定誤差も，その原因とし

Table 8　Coefficient of growth curve

	Max. L_∞	Point of inflexion	$L_\infty(1-e^{-k})$	e^{-k}	k
Jan.	120.0	50.0	21.0	0.825	0.199
Feb.	115.0	44.0	21.5	0.825	0.199
Mar.	115.0	55.5	22.0	0.808	0.219
Apr.	125.0	51.0	18.5	0.852(0.825)	0.160(0.191)
mean	119.0	50.0	20.8	0.828	0.188
σ	3,840	41.0	1,347	0.012	0.017

て考えられるが，その外に生物学的な，環境の変化によるものと思われる。定差直線と，原点より引いた二等分線とが交る点，即ち生長の最大形の平均値は，約 120 cm 内外で，いづれも体長 50 cm 内外で，定差直線は屈曲した2本の直線とに区別され，これに伴い，生長速度も，この点を境として小さくなっている。4月に於て，k の値が小さいのは，最終期に当り色々な魚群が，混入するためと思われる。

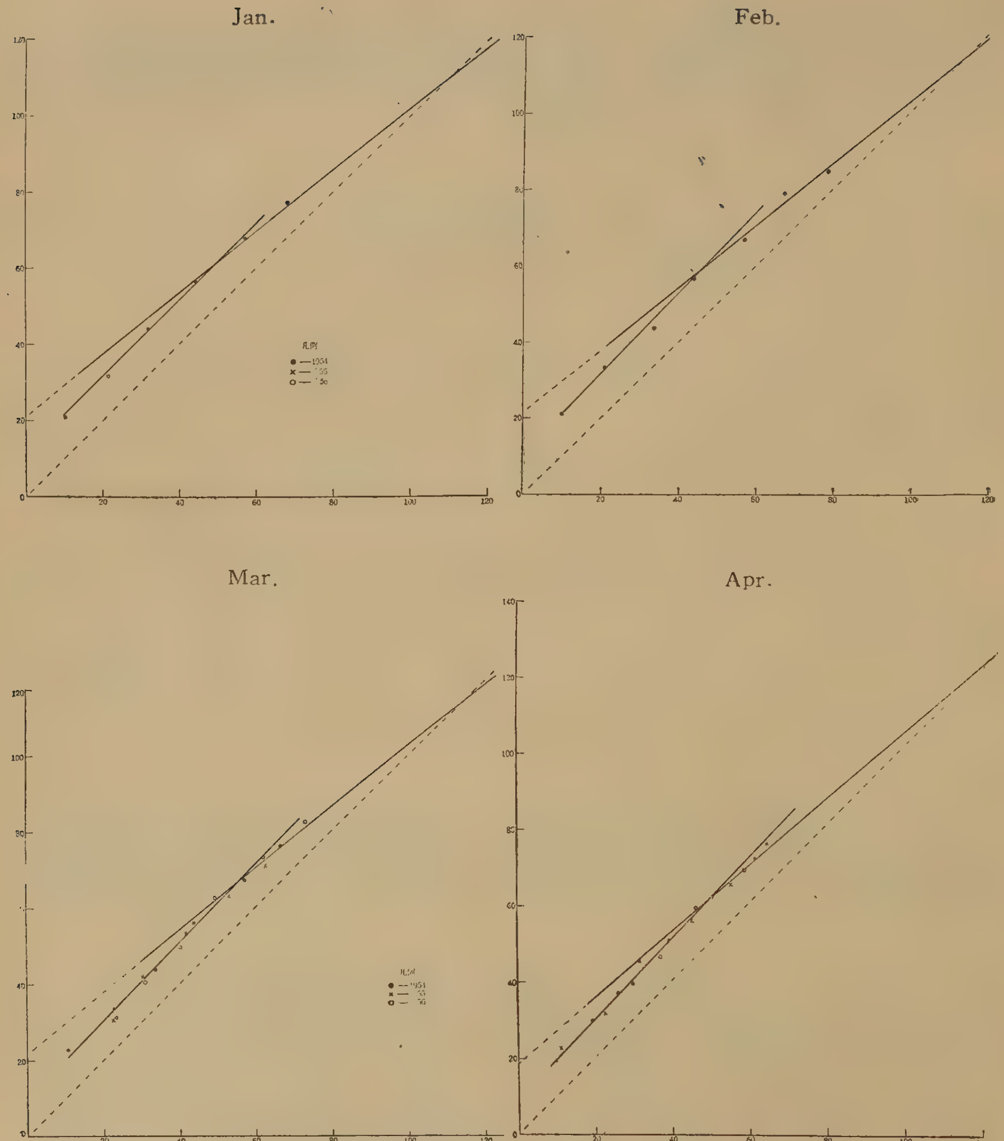


Fig. 7 Finite differences chart of growth (yellow tail)

(1.6°) 漁獲物の年令組成

昭和20年〜29年に，赤水のブリ落網にて，漁獲されたブリの年令組成を推定すると，第9表のようになり，図示すると第8図のようになって昭和21年は，3才魚が卓越し，昭和22年は，2才魚（昭和20年級魚）が卓越性を示している。昭和23年は，特に卓越した年令魚は認められないが昭和24年では，4才魚（昭和20年級魚）が卓越している。昭和25年は，各年令魚共低調であったが，昭和26年では3才魚（昭和23年級魚）がやゝ卓越している。昭和27年では，昭和24年級魚（3才魚）が，甚だしく卓越性を示し，4才魚として多数漁獲されている。これよりすると，この10年間では，4年目毎に卓越年級魚が出現しているように考えられる。

Table 9 Age composition of catch (Yellow tail)

Year \ Age	1	2	3	4
1945	0	142	12	15
〃 46	440	7,290	9,878	3,769
〃 47	734	11,368	9,070	6,469
〃 48	34	2,654	6,492	6,787
〃 49	184	2,229	11,800	19,046
〃 50	316	2,649	1.737	1,094
〃 51	291	3,776	10,672	3,124
〃 52	0	2,640	72,311	2
〃 53	0	577	1,958	58,281
〃 54	0	2,459	5,189	295

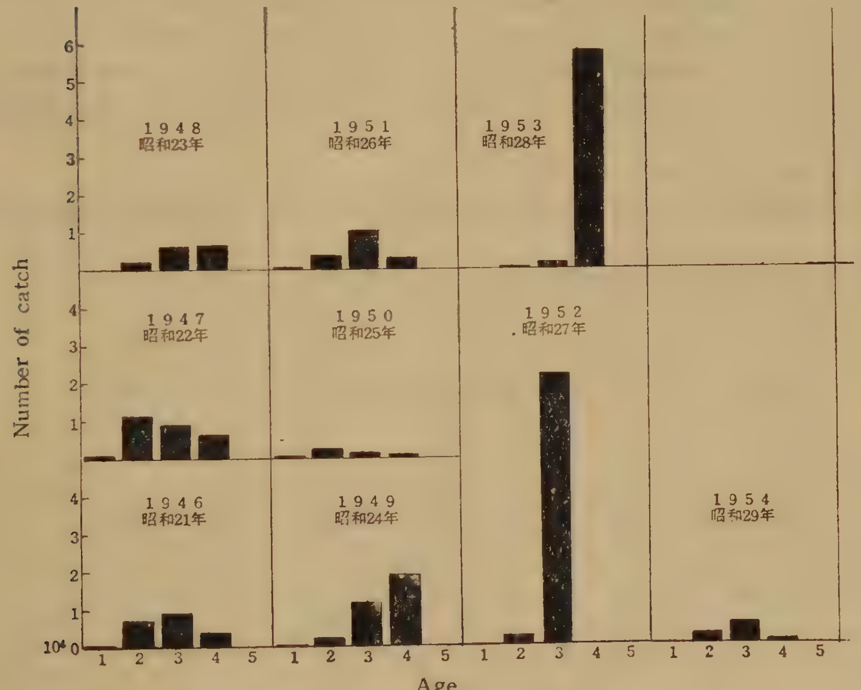


Fig. 8 Age composition of Yellow tail catch

(2) マアジの年令査定と成長

マアジの年令査定について，相川* 等は，脊椎骨の椎体に見られる輪数によって，村上** 等は，鱗の輪紋によって，それぞれ年令を推定しているが，両者の各輪形成時の体長は，次に示すように甚だしい相違がある。

* 相川広秋，加藤春夫 魚類の年令査定（予報Ⅱ）日水誌 Vol, 7, No. 2.
** 村上子郎，真道重明 マアジの年令に関する考察 日水誌 Vol, 15, No. 4.

Table 1 Calculated body-length on the basis of scale ring

Auther \ Ring no.	1	2	3	4	5	6	7
AIKAWA, KATO	10.0 cm	12.0	13.2	15.2	17.1	19.3	24.0
MURAKAMI, SHINDO	15.0	18.0	—	28.0	31.0	34.0	—

筆者は，昭和29年〜30年の間に，土々呂港に水揚されたマアジについて，鱗に形成される輪紋にて，年令査定及び成長度の推定を試みた。他方，イワシ資源調査にて，採集された標本により，漁獲物の体長組成の月変化より，漁獲群の月成長度を推定し，両者の比較を試みた。

(3.1°) 鱗の構造及び輪紋の判定

鱗の標本は，胸鰭の基部に近い部位より採集した，これらの鱗は，常法に従って，プレパラートを製作した。アジ科の魚類の鱗は一般に小形であるから，解剖顕微鏡による直接観察では，色々な困難を伴うので，プレパラートより直接引き延ばして，印画紙に焼付け，これを解剖顕微鏡で観察した。

マアジの鱗は，矩形に近い被覆部と，半円形の露出部とに区別される。鱗の表面には多数の細い線条があって，この線条は，被覆部では粗で露出部では密に分布していて，両部の境界線上では鋭角な稜をなして連続している。この境界線の中央部より，被覆部の外縁の凹部に向う3〜4条の放射線がみられる。これ等の鱗紋の外に，鱗形とほゞ相似形の透明輪が，同心円形に分布している。その中心を focus と考える。これらの透明輪は，中心部の近くでは巾が広く，外縁に向うに従って巾が狭くなっている。これらの透明輪を輪紋として年令査定を行った。

(3.2°) 輪数と体長との関係

取り扱った魚体標本の体長は，6.0〜28.5 cm の範囲のもので，特に 14.0〜15.0 cm の個体が最も多かった。

計算体長を求むる関係式は，ブリの場合と同様に，

$$Li = L\frac{Ri}{R}$$

によった。

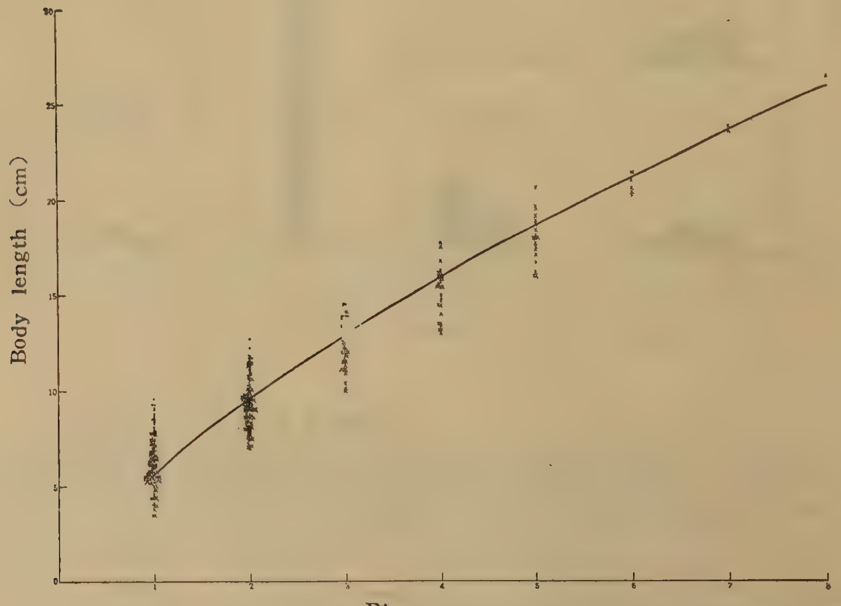


Fig. 1 Horse mackerel : Observed growth curve (size on ring no.)

各輪に対応する計算体長を図示すると，第1図のような曲線が描かれる。これによると，輪番号の小さい部分では，それに対応する計算体長の分布の巾が広く，輪番号が大きくなるに従って，計算体長の分布の巾が，小さくなるような傾向が見られる。これは，発生時期の関係や，既に記述したように，鱗が小形であるため，輪径の測定誤差が，計算体長の変動に，大きく影響していることも考えられる。

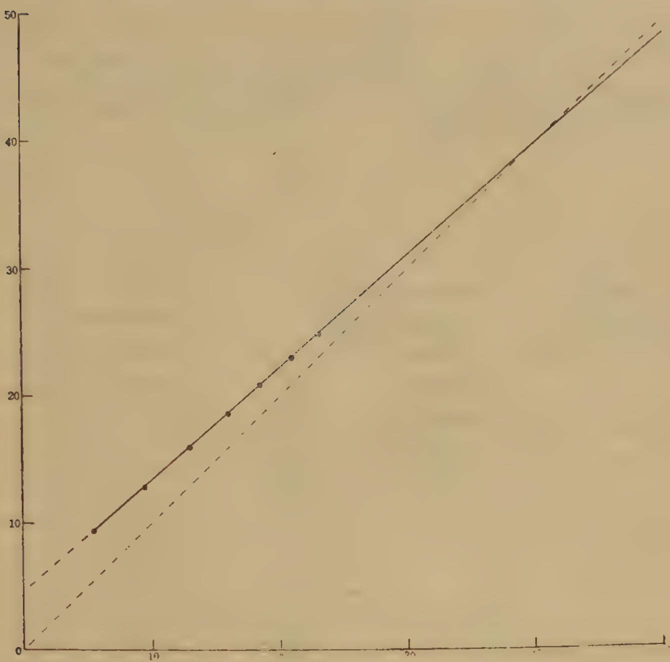


Fig. 2 Horse mackerel ; finite difference chart of growth

各輪に対応する計算体長の頻度分布より，モード値を求めて，これを輪形成時の平均計算体長とし，分布範囲とゝもに表示すれば，第2表のようになる。かくして得られた平均計算体長にて定差図を描くと，第2図のように1本の直線が得られる。これより生長曲線の特性値を求めて第2表に示す。

Table 2 Caluculated body-length corresponding to each ring in scale ; Horse macherel

Ring no.	1	2	3	4	5	6	7	8
Body-length	3.5〜9.6 5.5	7.0〜12.7 9.5	10.0〜14.5 12.9	13.0〜17.7 15.9	16.0〜20.6 18.6	20.2〜21.4 21.0	23.6〜23.8 23.0	26.0〜26.4 26.0
Spring offsping	S1	R1	S2	R2	S3	R3	S4	R4
Autume offsping	R1	S2	R2	S3	R3	S4	R4	S5
Age	0		1		2		3	

$L\infty$	40.0 cm
$L\infty(1-e^{-k})$	4.60 cm
e^{-k}	0.880
k	0.129

(3.3°) 漁獲物の体長組成

昭和28年（1953）〜昭和30年（1955）の間に，南海区域にて，イワシ漁具にて漁獲されたマアジの体長分布の範囲，及びピークの値を示すと第3〜第5表のようになる。この表によると，

Table 3 Body-length frequency distribution of Horse mackerel catch

1953

mounth	Lift net Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	Peak 4	Pures seine Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	Drag-net Sphere	Peak 1
1											
2											
3											
4	3.5~17.0	4.5		14.5							
5	3.5~15.5	5.5		14.0		3.5~ 9.0	5.5			4.0~8.0	5.0
6	4.5~10.5		7.0			4.5~11.0	7.0			4.0~7.5	5.0
7	6.0~16.0		7.5		15.5	5.0~11.0		8.0		4.0~7.5	5.0
8	6.5~11.5		8.5			7.0~13.5		8.5		4.0~7.5	5.0
9	8.0~12.0		9.5			7.5~14.0		10.0			
10	7.5~12.5		10.0			7.0~13.5		10.0			
11	8.0~11.5		10.0			7.0~14.0		10.5			
12						9.0~14.0		10.5			

Table 4 Horse mackerel: body-length frequency distribution of catch

1954

m	YUSU Purse seine Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	SHIMANOURA Purse seine Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	Peak 4	TOTORO Purse seine Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	Peak 4
1					9.5~11.5		10.5			10.5~12.5		10.5		
2														
3	9.5~15.5			12.5	10.5~13.5			12.0						
4	10.5~14.5			12.5										
5														
6										13.0			13.0	
7										7.0~14.0		9.5	13.0	
8	8.5~ 9.0		9.0		9.5~15.0			11.0	14.5	8.5~14.5		11.0	13.0	
9	9.0~12.5		10.5		11.0~14.0			12.0		9.0~14.5		11.0	14.0	
10					11.5~16.0			12.5	15.0	10.5~14.5		11.5	14.0	
11	8.5~12.5		9.5	11.5	12.0~15.0			13.5		14.5~15.5				15.0
12														

m	KUSHIMOTO Lift net Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	Peak 4	HOZAI Drag net Sphere	Peak 1	Peak 2
1								
2								
3	3.5~18.0	3.5			16.0			
4	4.5~17.5	6.0		12.0	16.0			
5	4.0~ 9.5	6.5				~3.5~5.0	4.0	
6	~3.5~11.0	7.0	10.0			5.0~8.5		7.5
7	6.0~13.0	7.5	10.0					
8	3.5~14.0	3.5	10.0					
9	5.5~14.0	5.5	10.5					
10	10.5~15.5			12.0				
11								
12								

Table 5 Horse mackerel; body-length frequency distribution of catch

1955

m	YUSU Purse seine Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	SHIMANOURA Purse seine Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	TOTORO Purse seine Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	Peak 4	Peak 5	Peak 6	Peak 7
1																
2																
3	11.0~16.5			13.5												
4																
5	4.5~ 5.0	5.0														
6	7.0~10.0		8.0						9.5~16.0		10.0		16.0			
7	9.0~12.0			11.0												
8					11.5~13.5			12.5	10.0~12.0			11.0				
9	10.0~11.5			11.5	10.5~13.5			12.5	9.5~13.5			11.5				
10					10.5~14.0			12.0	10.0~14.0			11.5				
11					11.0~14.5			13.0	9.5~26.0			11.0		19.0	22.0	26.0
12																

m	KUSHIMOTO Lift-net Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	Peak 4	TOTORO Drag-net Sphere	Peak 1	Peak 2
1								
2								
3								
4	~3.5~7.5	6.0					~	
5	3.5~10.0	6.0	7.5		15.5	~3.5~4.5	3.5	
6	5.5~11.0		7.5			4.0~8.5	6.0	
7	6.5~11.0		9.5					
8	8.0~12.5		10.5					
9	10.0~13.5			11.0				
10	9.0~13.5			11.5				
11	9.5~12.0			12.0				
12								

(3.31)　旋網類

全般的に，体長分布の範囲は，3.0〜26.0cm であるが，昭和 28 年では，10.0cm 級（第 2 輪群）が優勢であったが，昭和 29 年及び 30 年では体長分布の範囲は，8.0〜15.0 cm 級となり，第 3 輪群が卓越している。

(3.32)　敷網類

体長分布の範囲は，3.0〜18.0cm 級であって昭和 28，29 の両年は，殆んど同じような体長分布を示しているが，昭和 30 年では，体長分布の範囲が前の両年に比して狭くなっている。これは 3 月に 18.0cm 級の漁獲がなかったゝめである。

(3.33)　曳網類

体長分布の範囲は,3.0〜8.0cm 級のみで，各年を通じて大なる変化はなく，主なるピークも 5.0〜7.5cm 級のみが出現している。このような小型群（第 1 輪群）のみが漁獲されるのは，漁期及び漁場が限定されているためであろう。

以上のように，イワシ漁具で漁獲されるマアジは，一般に小型のものが多い。これは，漁場の性格にもよるが，マアジは生長に伴い，生態に変化が起こり成体魚になると，岩礁の周囲に底棲するようになるのではなかろうか。

(3.34)　漁獲群の生長

昭和 28 年〜30 年間の各漁具の漁獲物について，月別に見られる体長頻度分布のピークをプロットとしてこれによって生長曲線を想定すると，第 3 図のような a，b，c，d，e，f の曲線が得られる。この曲線がそれぞれ，6 月及び 12 月に示す体長を求めると，第 6 表に示したような体長値が得られる。これによる

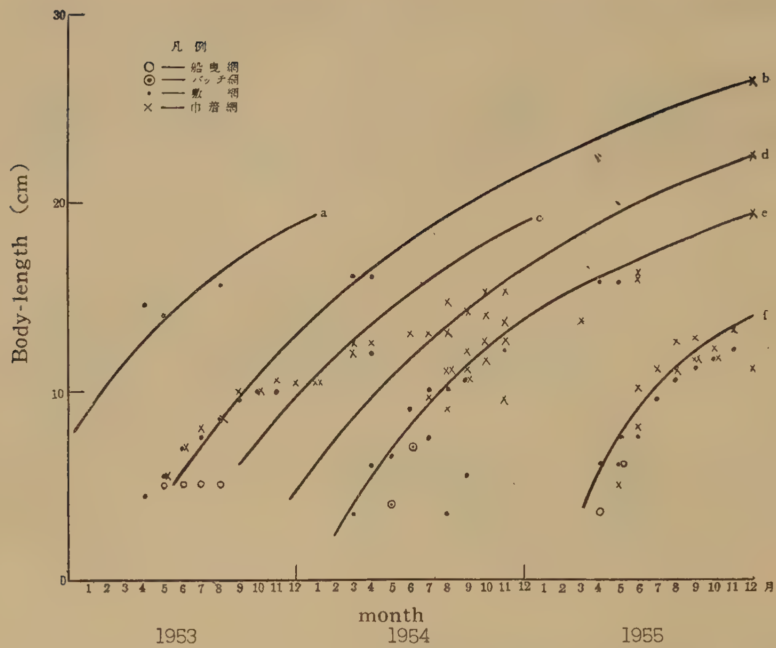


Fig. 3 Horse mackerel : imaginary group growth curves

Table 6 Horse mackerel ; group growth of catch

Growth curves in fig. 3	1st year June	1st year Dec.	2nd year June	2nd year Dec.	3rd year June	3rd year Dec.
a			15.0	19.0		
b	6.2	12.8	17.4	21.0	23.6	26.0
c	10.0	15.0	18.6			
d	5.0	11.4	16.4	19.4	22.0	
e	8.2	13.4	16.8	19.0		
f	9.0	13.6				

Table 7 Horse mackerel ; net collection of fry

HYUGA-NADA lines

Year \ mounth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1952								7	0	9	—	4
1953	0	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	—	5	6	2	0	—	—	—	—	—	60	—

BUNGO-Strait lines

Year \ mounth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1952								3	114	1	12	0
1953	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	—	7	0	1	0	—	—	—	—	—	99	—

と，第1年の6月に 5.0〜6.2cm の体長群と，8.2〜10.0cm の体長群とが分離できる。第1年の4月には 11.4〜12.8 cm 級と 13.6〜15.0 cm 級とに別れる。このような傾向は，それ以後にも見られる，これは明らかに，発生時を異にする同一年級魚が存在することを示すものと考える。試みに，日向灘，豊後水道の両海洋調査定線にて，月例調査ではマアジの稚魚は第7表に示すように，春（2月〜3月）と秋（8月〜11月）の2期に採集されている。従って，マアジは，年に2回発生すると考えてよかろう。そうすると第1年の6月で，体長の大型群は，前年の秋に発生した群で，小型群はその年の春に発生した群と考えれば，前記のことがらは説明できると思う。そうすれば，マアジの鱗には年に2回輪が形成されるとすべきで，それを整理すると第2表に記入したようになる。このような考え方より，相川* 等の観察も整理することができよう。かくしてマアジの年令査定は，複雑になってくると考えられる。

（3） ムロアジ属，及び，カイワリ，カンパチの年令査定，並びに，ムロアジ属の漁獲物の体長組成

（3.1°） 年令査定

ムロアジ属の4種及び，カイワリ，カンパチについて，鱗又は脊椎骨の椎骨に見られる輪数によって，ブ

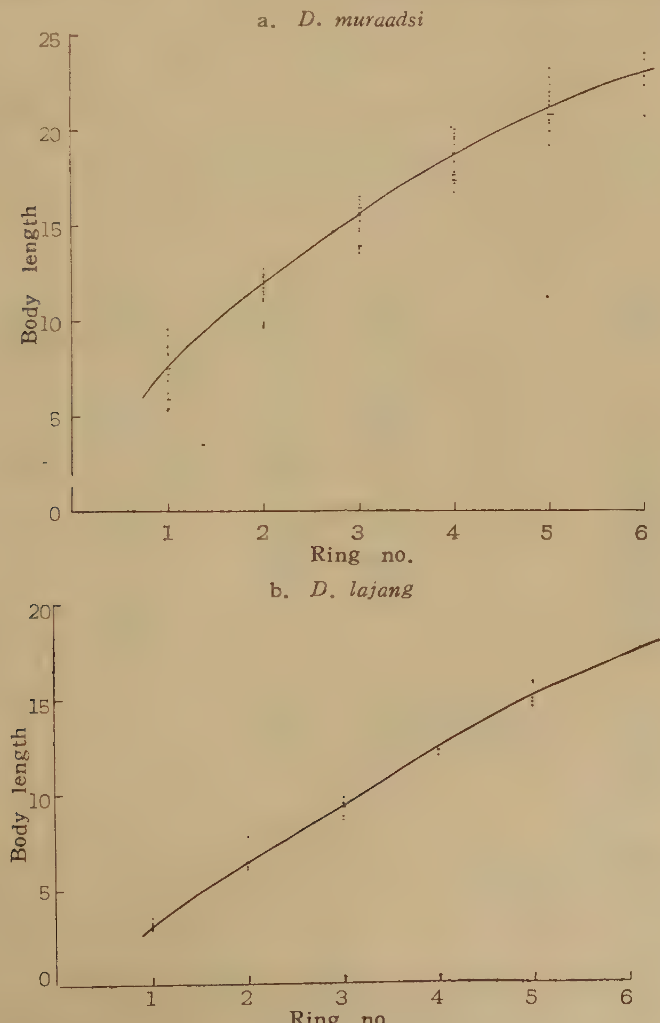


Fig. 1 Observed growth curves (Size on ring no.) of *Carangidae*

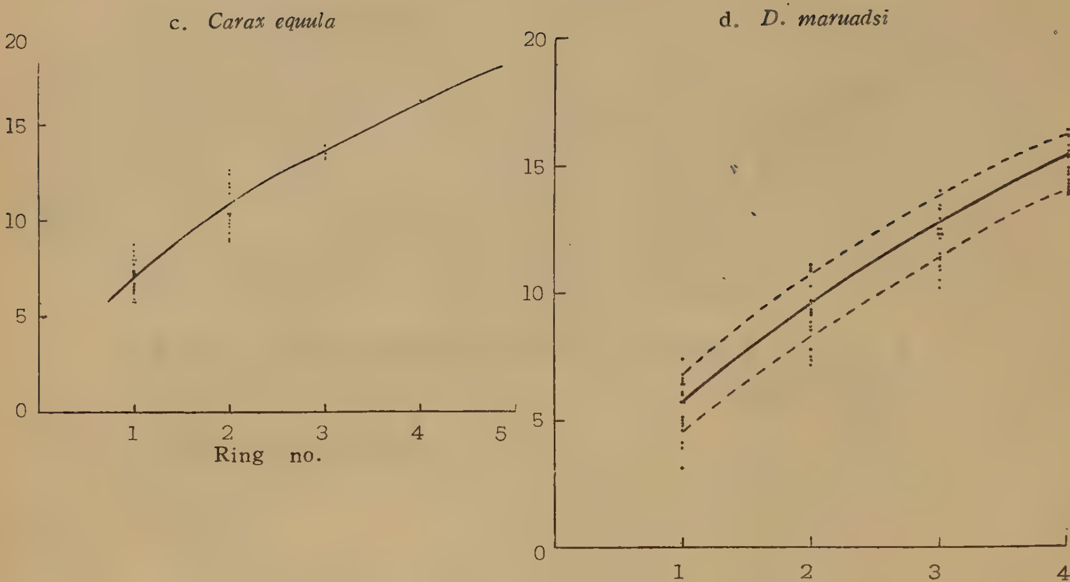


Fig . 1−II

Table 1 Calculated body-length on the basis of scale ring

Species	Ring no.	n	1	2	3	4	5
Trachurus japonicus	sphere		3.5∼9.6	7.0∼12.7	10.0∼14.5	13.0∼17.7	16.0∼20.6
	mode		5.5	9.5	13.0	16.0	18.5
Decapterus maruadsi	sphere		3.1∼7.4	7.1∼11.1	10.0∼13.9	13.6∼16.2	
	mode		6.0	9.5	12.5	15.3	
			6.5	10.7	13.5	16.0	
			4.8	8.5	11.3	14.0	
D. lajang	sphere	2.9∼3.5	6.0∼7.7	8.5∼ 9.7	11.9∼12.8	14.4∼15.7	23.2
	mode	3.1	6.3	9.2	12.3	15.0	
D. muroadsi	sphere		5.3∼9.6	9.6∼12.7	13.5∼16.5	16.7∼20.0	19.2∼23.3
	mode		7.6	12.0	15.6	18.8	21.3
D. macrosoma	body-length		5.3	9.1	13.7	17.9	21.9
Caranx equula	sphere		5.7∼8.7	8.8∼12.6	13.2∼13.9	16.2	
	mode		7.0	10.8	13.6	16.2	
Seriola purpurascens	body-length		22.0	34.0	44.5	58.6	71.1
			6.0	12.0	17.0	21.0	25.0

Species	Ring n°.	6	7	8	9	10	11
Trachurus japonicus	sphere	2.02∼21.4	23.6∼23.8	26.0∼26.4			
	mode	21.0	23.0	25.0			
Decapterus maruadsi	sphere						
	mode						
D. lajang	sphere						
	mode						
D. muroadsi	sphere	20.8∼24.1					
	mode	23.2					
D. macrosoma	body-length						
Caranx equula	shpere						
	mode						
Seriola purpurascens	body-length	84.3	95.0	103.6	111.0	118.2	126.3

リ及びマアジの際に試用したと同じような関係式で，輪紋形成時の計算体長を求むると第1表のようになり図示すると第1図のａ，ｂ，ｃ，ｄに示すようになって，各種とも計算体長に，相当広い分布の巾が見られる。この状況を各種魚について見るに，ムロアジ，モロ，カイワリの三種では各輪に対応する計算体長の頻度分布は，一様分布と考えられる。従って，その平均値にて定差図（第2図）を描くことゝした。しかし，マルアジでは各輪について，３ケの計算体長群に別けることができ．第1図のｄに実線及び破線にて示したようになる。これらの曲線より，３ケ宛の計算体長を求め，３個の計算体長の組にて，定差図を描くと第4図に示すようになり総ての線は，一つの直線上にあると考えてよかろう。従って，マルアジでは発生を異にする群があって，各群とも同一週期で大体，同一の時期に輪紋が形成されるものと考えてよかろう。ムロアジ，モロ，カイワリでは，各発生群を分離することは困難で，相当長期に，発生が一様分布の型で行われていると考えられる。カンパチ及びクサヤムロは標本が少いために，これらの点については考察することがで

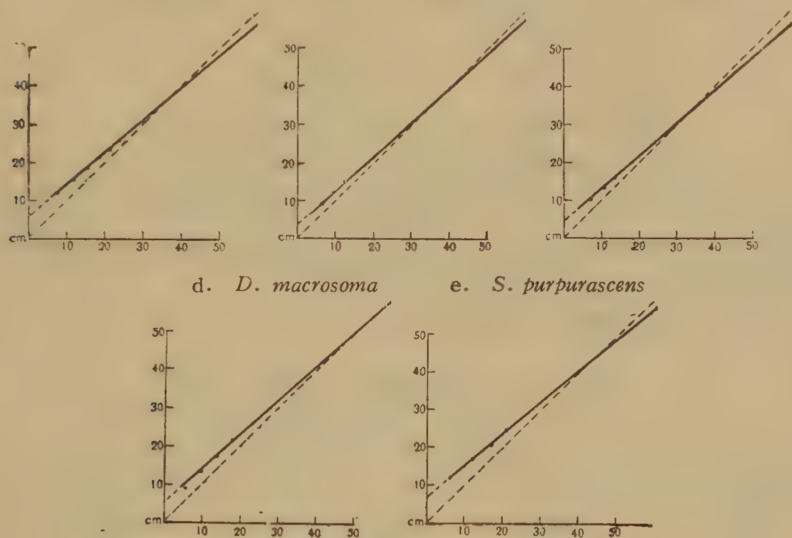


Fig. 2 Finite difference chart of growth

Seriola purpurascens

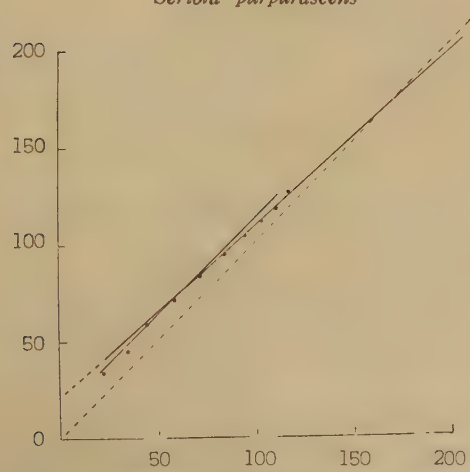


Fig. 3 Finite difference chart of growth

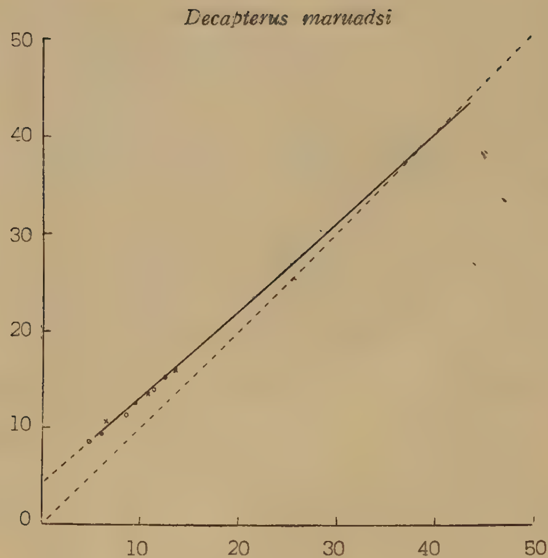


Fig. 4　Finite difference chart of growth

きなかった。しかしカンパチで赤水で漁獲された小型魚には，長崎県五島で採集された標本に見られない，小型の輪紋が多く観察されているがその理由は不明である。

定差図より求められた，生長曲線の特性値は第2表のようになる。

Table 2　Coefficients of growth curve

Species	L ∞	$L\infty(1-e^{-k})$	Polt of inflexion	e^{-k}	k
T. japonicus	40.0	4.6		0.880	0.129
D. maruadsi	39.0	4.2		0.892	0.119
D. murcadsi	38.0	6.0		0.842	0.179
D. lajang	44.0	4.7		0.893	0.119
D. macrosoma	55.0	5.1		0.907	0.097
C. equula	36.0	5.0		0.861	0.149
S. purpurascens	48.0	7.0		0.854	0.159(土々呂)
	165.0	22.0	71.0	0.879	0.131(五島)

こゝで注目されることは，カンパチで，定差図（第3図）に屈曲点があることで，ブリと同様な生長型を示しているようである。

以上のアジ科の魚類は，マアジ同様に1年間に2輪が形成されるものと考えてよかろう。

（3.2°）　ムロアジの漁獲物の体長組成

イワシ資源調査の際に，測定されたムロアジの漁獲物の体長組成について，その体長頻度分布の範囲とピークの位置を各年について，月別に示すと第3〜5表のようになる。しかし，こゝでムロアジとされているものには，少くもモロ及びムロアジが混合されていると考えられ，昭和30年11月の旋網による漁獲物のみは，明らかにムロアジである。

旋網類による漁獲物の体長分布の範囲は，9.0〜27.0cm の範囲で昭和28年では，第2輪群と考えられる体長のものが，卓越していたが昭和29，30年では，第3，第4輪群が主群をなし，第5輪群も相当漁獲され，累年大型になってきたような傾向が見られる。

Table 3 *D. muroadsi*; body-length frequency distribution of monthly catch by purse seine, 1953.

mounth	Sphere	Peak 1	Peak 2	Peak 3	Peak 4	Peak 5
Jan.						
Feb.						
March						
Apr.						
May						
June						
July						
Aug.	10.0~14.0			11.5		
Sep.	10.5~13.0			11.5	16.0	
Oct.	11.5~11.0			13.5	17.0	
Nov.	14.0~17.0			14.5		
Dec.	17.0~18.5					18.0

Table 4 *D. moroadsi*; body-length frequency distribution of monthly catch, 1954.

mounth	KUSHIMOTO Lift net									FUKUURA Purse seine				
	sphere	peak 1	peak 2	peak 3	peak 4	peak 5	peak 6	peak 7		sphere	peak 1	peak 2	peak 3	peak 4
Jan.														
Feb.														
March														
Apr.														
May														
June														
July	6.0~15.5		10.0							9.5~14.5		10.0	12.0	
Aug.	4.0~17.0	6.5		13.0						15.5~17.0				16.5
Sep.	7.0~25.0		7.5		16.0	18.0		24.5						
Oct.	8.5~24.0		8.5			19.0		24.0						
Nov.														
Dec.														

mounth	TOTORO Purse seine					
	sphere	peak 1	peak 2	peak 3	peak 4	peak 5
Jan.	11.0~19.5			11.0	15.0	17.0
Feb.						
March						
Apr.						
May						
June	16.5				16.5	
July	10.0~16.5		10.0	13.0		
Aug.	11.5~18.0				15.0	
Sep.	14.5~17.5				16.0	
Oct.	16.0~20.0					18.5
Nov.	17.5~21.0					19.5
Dec.	19.5~20.5					20.0

Table 5 *D. muroadsi* ; body-length frequency distribution of monthly catch 1955.

mounth	KUSHIMOTO Lift net sphere	peak 1	2	3	4	5	6	7	8	9	MUGI Lift-net sphere	peak 1	2	3	4
Jan.															
Feb.															
March															
Apr.															
May															
June	6.5~18.5	6.5	8.0	13.5		18.5									
July	9.0~13.5		9.0	13.5							10.5~15.5			13.0	15.5
Aug.	4.0~20.0		7.5	14.5							11.0			11.0	
Sep.	14.0~23.5				16.5	19.0		23.0							
Oct.	15.0~28.5				15.0	18.0				28.5					
Nov.	15.5~24.0						20.0	24.0							
Dec.	18.0~22.5						20.0								

mounth	SHIMANOURA Purse seine sphere	peak 1	2	3	4	5	TOTORO Purse sein sphere	peak 1	2	3	4	5	6
Jan.													
Feb.													
Marchi													
Apr.													
May													
June	13.5~15.5				14.5		13.5~15.0			13.5	15.0		
July	13.0~16.5			13.0	16.0		11.5~16.0		11.5		15.0		
Aug.	13.0~18.5				16.5		12.0~18.5			14.0		18.0	
Sep.	15.0~19.0				17.0		13.5~20.0				16.0	20.0	
Oct.	16.5~22.0					19.0	16.0~23.5				17.0		
Nov.	16.5~21.0					18.5	16.0~19.5				16.5		
Dec.							17.5~27.0					20.0	25.0

敷網類で漁獲されるものは，分布範囲は 4.0~23.5cm 級のもので，25.0cm 級を最大とする年が多い。体長頻度分布のピークは，概ね第4輪群と考えられ，昭和28~30年の間では殆んど変化がない。

第3~5表に示したピークの経月移行により，各漁獲群の生長曲線を想定すると，第5図のようになる。各々の生長曲線より6月及び12月の体長を求めて表示すると，第6表のようになる。これらの体長と，第

Table 6 *D. muroadsi* ; group growth of catch

grouth cure	1st. year June	1st. year Dec.	2nd. year June	2nd. year Dec.	3rd. year June	3rd. year Dec.	4th year June	4th year Dec.
in fig. 5								
a	—	5.0	13.0	18.4	23.0	26.0	27.8	28.9
b	—	—	8.0	15.6	21.0	25.0	27.2	28.1
c	—	7.2	14.5	20.0	23.2	25.0		
d	—	3.8	12.0	18.0	21.8	24.0		
e	—	9.0	18.6	22.0				
f	5.6	12.8	17.0	20.4				
g	3.6	10.8	15.2	19.0				
h	—	7.0	13.0	17.0				
i	—	—	8.1	13.8				

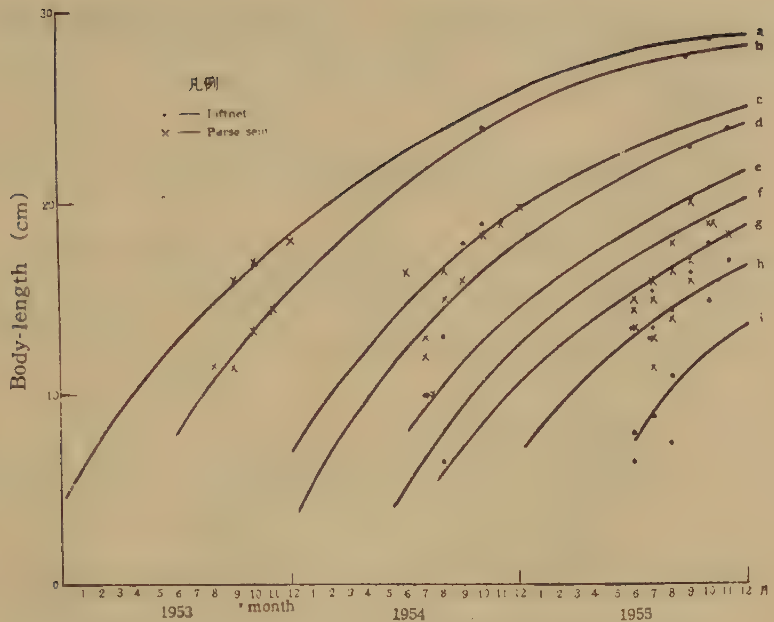


Fig. 5 D. *muroadsi*, imaginary group growth curves

2表に示したムロアジの各輪に対応する計算体長とは，何等の関連性も発見できない，その理由としては次のようなことが考えられる。

a） 頭初に記したように，魚種が混合していること（モロとムロアジ）

b） ムロアジには，特定の産卵期が明瞭でない，従って生長の出発点の相違した群が常に漁獲される。

c） 特定の体長群のみが，漁場に来游する。しかも，それらは，発生時を異にしている。

以上取り扱った魚種については，他に研究者が殆んどないし，しかも種の査定にも尚，問題が残されているようであるから，充分なる考察は今後にゆづりたい。

尚，本報告に記述した魚種は次の通りで，松原* によったものである。

ブ　　リ	*Seriola quinqueradiata* TEMMINCK et SCHLEGEL	
カンパチ	〃 *purpurascens*	〃
マ　ア　ジ	*Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)	
クサヤムロ	*Decapterus macrosoma* BLEEKER	
オアカムロ	〃 *russellii* (RÜPPEL)	
モ　　ロ	〃 *lajang* BLEEKER	
ムロアジ	〃 *muroadsi* (TEMMINCK et SCHLEGEL)	
マルアジ	〃 *maruadsi* (TEMMINCK et SCHLEGEL)	
カイワリ	*Caranx equula* TEMMINCK et SCHLEGEL	

* 松原喜代松，1955，魚類の形態と検索 岩崎書店

日向灘，豊後水道域に於けるイワシ類の産卵調査*

—主として，1953, 54, 55年のカタクチ卵調査について—

浅見忠彦，神浦藤雄，横田滝雄

Research on Spawning of Iwashi Fishes, with Special Reference to that of Anchovy in 1953, in Hyuga Nada.

Tadahiko ASAMI, Fujio KAMIURA, and Takio YOKOTA

The results may be summarized as follows :——

1) A standardized method was adopted once a month with regard to collecting the eggs. The number of eggs thus obtained varies with month. But the trend of monthly change was nearly the same in each year, c. v. being 15 % at most and 2.5 % at least when logarithm of obtained egg number is taken into consideration.

2) The centre of horizontal distribution of the eggs lies mostly within 100 fathom line of continental shelf. Of 43 observation points, three were selected as check ones.

Weekly tow at three check points usually agrees well with those obtained once a month from all the points in general tendency. But a correlation coefficient fell to a small value in samples got in 1955.

3) The horizontal distribution of anchovy eggs covers an elliptical area about 7 miles longitudinally and 3 miles transversely. It keep a close relation with wavy coastal front so that it shifts and changes in form with movement of the latter.

4) Various phases of horizontal distribution of eggs were discussed. In short, it is neither uniformly dispersed, nor aggregated, nor simply push out to offing.

はしがき

イワシ類の産卵調査の目的は，主として総産卵量の推定，親魚の資源尾数の推定，卵，稚仔期に於ける減耗率の推定にあり，更に産卵域の決定，環境要因の関係を知ること及びイワシ類の産卵に関するその他の知見を得ることにある。(1)

今，産卵調査に当って我々の行う行為を抽象化すると，確率過程よりの標本抽出であり，その確率過程を次のように定義して，それぞれの調査方法を採用した。

1) 確率変数をある抽象空間の1点と考え，径数（時間）t がある集合 T を動くとき，これに対応する産卵量 Xt は，この抽象空間内の1径数の確率変数の集合を作る。

これに対する標本の抽出方法は，T に於けるもののみの抽出であって，土々呂沖の5定点については，t のみを考えて調査を行った。

2) ある1点に於ける産卵量 f（t, ω）を，時間（T），海域（Ω）上の函数と考え，任意の固定された時間に対して産卵量は，ω の確率変数である。

---

* 南海区水産研究所業績　第72号.

(1) 他の調査項目に於てもそうであるが，産卵調査も，資源調査（更には漁業調査）全体の総合的な判断から，目的，方法等充分に焦点を絞らるべきだと考える。

これに対しては，Ω を想定して，この中から ωi を抽出し，一定時間内に ωi の全部を調査した。この調査は毎月1回行われたから，T を1年とすれば，tj は j=1, 2,…,12 で系統抽出であり，又，日向灘定線区域では ωi(i=1,2…21)，豊後水道定線区域では ωi（i=1,2,…,19）となっている。

以上の 1）と 2）の調査結果から，両者の相関関係を求めることによってこの水域のイワシ類の産卵量を推定した。(2)

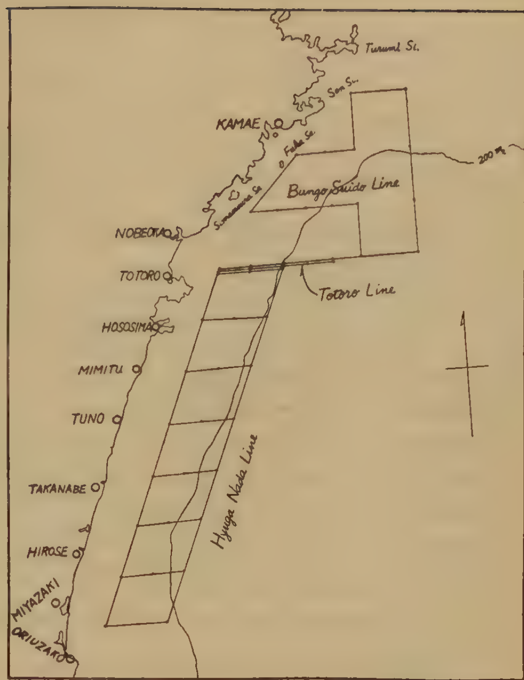


Fig. 1 Map showing stations (black circles) and log lines.

§1 カタクチの産卵量の推定

（§1.1） 空間分布について

採集卵数 x(tj, ωi) について，t を固定させた場合，x(t, ωi) の分布は，カタクチ卵について横田(3)は，その数学的な model として，2次相関曲面を考えることができるとした。一般には，長軸は等温線の分布に並行して曲線になっている場合が多く，各調査点を等温線で層化再配置することによって，長軸を直線にすることが出来ると考える。

北川の任意積分の方法を採用して

$$E\{x(t,\omega_i)\}=M_j=\sum_{l=1}^{m}\int_{\Omega} f_l(t\cdot\omega_i)d\nu\alpha(\omega)$$

$$=\sum_{l=1}^{m}c\cdot\int_{\Omega}\frac{|Al|}{\pi^{\frac{1}{2}}}\exp\frac{1}{2}\sum_{1}^{2}|A_{\xi\cdot\eta}|(\xi-a)\cdot(\eta-b)d\xi\cdot d\eta\cdot\alpha(\omega)=\sum_{\Omega}x(t,\ \omega_i)$$

$$\nu\{\bar{x}(t,\omega_i)\}=\sum_{l=1}^{m}\frac{\sigma l^2}{n}\cdot\int_{\Omega}\frac{|Al|}{\pi}\exp-\frac{1}{2}\Sigma|A_{\xi\eta}|(\xi-a)(\eta-a)\cdot d\xi\cdot d\eta\cdot\alpha(\omega)$$

$$=\sum_{l=1}^{m}\frac{\sigma l^2}{n}\cdot 2\pi d\xi\cdot d\eta\alpha(\omega)$$

$$=\sum_{l=1}^{m}\frac{1}{n}\cdot\frac{1}{\Sigma\varphi(t\xi_i)\cdot\varphi(t\eta_i)}\cdot\Sigma\varphi(t\xi_i)\cdot\varphi(t\eta)\times(x_i-\mu)^2$$

$$x_i\equiv x(t,\omega_i)$$

$$\mu=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i$$

$$C_i=\frac{1}{2\pi}\cdot\frac{x_i}{\varphi(t\xi_i)\cdot\varphi(t\eta_i)}$$

---

(2) 横田滝雄，1954：カタクチの産卵量の推定，昭和28年 南海区鰮資源調査報告（謄写刷）
(3) ———，1953：南海区水産研究所報告，（2）

$$Cl=\frac{1}{n}\Sigma C_i$$

$$\sigma l^2=\frac{1}{n}\Sigma(C_i-Cl)^2$$

昭和 26 年以降の各月について，カタクチ卵の採集卵数を示すと，第1表 a ，b となる。

Table 1−a Logalithms of number of Anchovy eggs sampled on Hyuga Nada Line by mouth.

period \ month	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.
1951〜1952	3,152	2,930	2,616	2,438	2,517	2,922	3,526	3,793	3,665	3,312	3,369	3,442
1952〜1953	3,269	3,086	2,377	1,716	2,168	3,248	4,039	4,288	4,067	3,387	3,000	—
1953〜1954	*(2,574	1,968	1,505	1,079	0.477)	3,316	3,970	4,257	4,276	4,036	3,546	3,208
1954〜1955	3,003	2,693	1,477	1,732	2,819	3,440	3,979	4,223	4,140	3,826	3,676	3,858
1955〜1956	3,826	3,335	1,622	0.778	2,526	3,561	4,104	4,325	4,282	3,662	—	—
mean	3,314	3,011	2,048	1,666	2,620	3,261	3,934	4,177	4,086	3,645	3,398	3,503
S. D.	0.311	0.218	0,484	2,589	0.124	0.224	0,209	0.231	0.226	0.270	0.250	0.269

* ( ) : Eggs of the case (中) Net was bad.

Table 1−b Logalithms of number of Anchovy eggs sampled on Bungo-Suido Line by month.

period \ month	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.
1951〜1952	3,155	3,111	2,895	2,559	2,279	3,248	3,604	3,761	3,777	3.609	3,468	3,670
1952〜1953	3,655	3,367	3,183	3,062	2,711	2,980	3,603	3,917	3,699	3,143	2,861	2,615
1953〜1954	(2,279	1,633	1,176	1,250	1,505	1,288)	3,000	3,928	4,200	3,979	3,411	3,534
1654〜1955	3,371	2,843	3,079	3,365	3,312	3,464	3,770	3,806	3,564	3,343	3,896	4,150
1955〜1956	3,939	3,312	2,068	2,350	2,902	3,493	3,937	4,085	3,932	3,513	—	—
mean	3,524	3,113	2,806	2,834	2,801	3,296	3,583	3,900	3,835	3,517	3,409	3,492
S. D.	0.296	0.185	0.438	0.312	0.336	0.207	0.316	0,103	0.209	0.277	0,334	0.515

毎月の調査海域について示される卵の水平分布から，横田は既に２次相関曲面の式を用いて卵数の推定値を計算しているが，更に計算例の一例を示すと次のようになる。

（計算例）　豊後水道定線　1952 年３月

x_i	ξ	η	$C\cdot\sqrt{2\pi}\cdot\frac{x_i}{\varphi(t_\xi)\cdot\varphi(t_\eta)}$	$\varphi(t_\xi)\cdot\varphi(t_\eta)(x_i-\mu)^2$
632	2.1	4.1	6,100	552
950	−1.4	3.2	5,307	1,024
403	3.3	−0.7	3,600	10,229
1,060	−0.1	−1.6	2,560	52,825
432	−7.4	−0.2	5,710	5,470
$\sigma_\xi=1.96$, $\sigma_\eta=2.66$, $\Sigma\varphi(t_\xi)\cdot\varphi(t_\eta)=0.88595$				
Σ 3,525			23,277	70,150
μ 705			4,655	79,180
σ			1,354	281

（§1.2）　時間的変動

月例調査定線について

カタクチ卵の毎日の採集卵数の年内の変動について，横田は，

$$\log M_i = a + b\cdot\frac{\pi}{6}(t-\alpha) + c\cdot\frac{\pi}{6}(t-\beta) + d\cdot\frac{\pi}{3}(t-\gamma)$$

Mi ： i 月に於ける採集卵数

t ： 月　数

なるフーリエ級数で表わされるとした。今，1951年8月から1956年5月までの月例産卵調査の資料によって，毎月の採集卵数を示すと，第1表 a，b 及び第2図のようになる。年内の時間的な推移の傾向は，各年について殆んど一定しており，各月の5ケ年間についての変異係数は僅かに 5〜10％程度である。

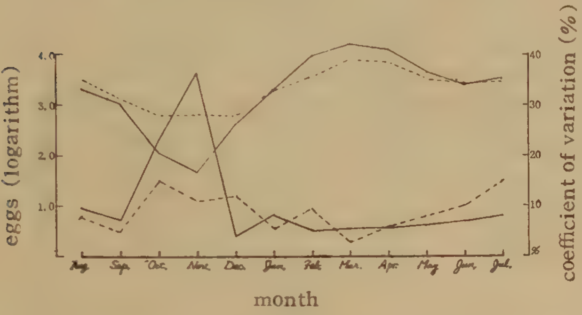


Fig. 2 Mean and c. v. of Anchovy eggs sampled by month during August 1951 to May 1956.
—— Hyuga Nada Line
…… Bungo Suido Line

日向灘定線海域，豊後水道定線海域ともに3，4月及び 7，8月に採集卵数の peak がある。10，11月は最も採集数が少ない。最も採集数の多い3，4月は変異係数も小さく，各年について採集数も安定している。7，8月は変異係数はやゝ大きく（10〜15%），年による変動の大きいことを示している。10，11月は変異係数は大きいが，これは例年採集数が少く，ある年に限って多く採集される結果にもとずくもので，この時期では卵の分布域が調査海面に対して偏っているためであろう。しかし，採集数は3，4月及び7，8月に較べて非常に少い。

何れにしても，カタクチ卵の産卵状況は最近数ケ年間は安定していたものと考えて差支えない。

調整点調査に於ける時間的変動

土々呂沖の調整点は，1951年8月〜1952年7月は3点について3日間隔，1952年8月〜1953年7月は6点につき，1週間1回，1953年以降は5点を1週間1回調査を行っている。これらの調査定点のうち，共通の3点（St. 1，2，3）に於て，t（時間）を固定したときの推定産卵量を $y_i = \sum_{i=1}^{3} x(t,\omega_i)$ とし，調査3回についての移動平均を求めてその対数をとって図に表わし，この図から毎月の 5，15，25 日の各旬中央日の推定産卵量を求めると第2表となる。各旬についての採集数(対数）の平均値及び標準偏差(S.D.)をみると（第3図），月例調査に於けると同様，3，4月及び7，8月に採集数の Peak があらわれる。更

Table 2　Logarithms of number of Anchovy eggs sampled on Totoro Line by decade.

month	date	No.	1951〜1952	1952〜1953	1953〜1954	1954〜1955	mean	S. D.
Aug.	5	1	3.00	3.40	—	2.38	2.93	0.42
	15	2	3.20	3.40	—	2.24	2.95	0.50
	25	3	3.08	3.00	—	2.60	2.89	0.21
Sep.	5	4	2.66	2.50	—	2.70	2.62	0.08
	15	5	1.68	1.90	—	1.00	1.53	0.72
	25	6	1.63	1.60	—	0.84	1.36	0.36
Oct.	5	7	1.98	1.42	—	0.70	1.37	0.51
	15	8	2.32	1.40	—	0.34	1.35	0.81
	25	9	2.50	1.42	—	0.20	1.37	0.97

month	date	No.	1951～1952	1952～1953	1953～1954	1954～1955	mean	S. D.
Nov.	5	10	2.68	1.58	—	0.04	1.43	1.09
	15	11	2.54	2.30	—	0.12	1.65	1.17
	25	12	2.00	2.40	—	0.40	1.60	0.86
Dec.	5	13	1.00	2.10	—	1.46	1.52	0.48
	15	14	0.74	1.70	—	1.78	1.41	0.48
	25	15	0.58	1.74	—	1.84	1.39	0.57
Jan.	5	16	0.60	1.80	0.25	1.40	1.01	0.61
	15	17	0.86	1.96	0.50	1.70	1.26	0.59
	25	18	1.30	2.15	0.80	2.28	1.43	0.75
Feb.	5	19	1.90	2.30	1.60	3.18	2.25	0.60
	15	20	2.50	2.56	2.20	3.30	2.64	0.41
	25	21	2.94	3.00	3.80	3.16	3.22	0.34
Mar.	5	22	3.04	3.52	3.08	3.00	3.16	0.21
	15	23	3.25	3.80	3.50	3.38	3.48	0.20
	25	24	3.35	3.80	3.80	3.10	3.51	0.35
Apr.	5	25	3.40	3.20	3.90	2.54	3.29	0.45
	15	26	3.42	2.90	4.00	2.74	3.26	0.49
	25	27	3.44	2.90	4.00	2.76	3.28	0.49
May	5	28	3.40	2.90	2.80	2.64	2.94	0.29
	15	29	3.02	2.20	3.30	3.00	2.91	0.41
	25	30	2.20	2.00	3.60	3.12	2.73	0.65
Jun.	5	31	1.70	3.08	3.00	2.94	2.68	0.65
	15	32	2.10	2.00	2.60	2.72	2.36	0.30
	25	33	2.00	2.00	2.42	2.70	2.28	0.29
Jul.	5	34	3.30	2.70	2.00	2.82	2.71	0.47
	15	35	3.60	3.10	2.90	3.08	3.17	0.26
	25	36	—	—	—	3.24	—	
	total		81.41	88.53		77.28	82.05	
	mean		2.321	2.587		2.146	2.344	

にこの両時期は年間を通じての変動も小さいが，採集数の谷となる９，10，11，12 月及び６月は変動が大きい。これは採集卵数推移の曲線の Peak の出現が，時期的に前後にずれるために，採集卵数の絶対量の少い時期に変動が大きくあらわれるものと考えられる。然し，この時期に変動の大きいのは，年間の産卵量の推定には影響が少い。以上のように毎年の産卵量の変化が，ほゞ同型であり，従って年間の採集数の合計を以て，各年の産卵量の多少を比較してもよかろう。

調整点と月例調査との関係

調整点と月例調査定点との採集卵数の相関関係を求めると，第３表となる。

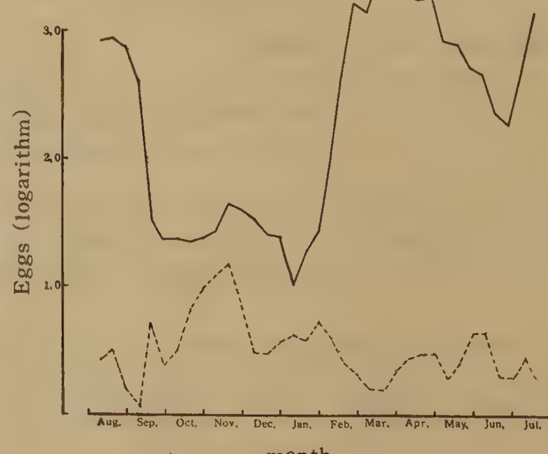


Fig 3 Variation of Anchovy eggs sampled on Totoro Line.
—— mean of five years between 1951 and 1955.
…… standard deviation

Table 3 Correlation of egg catches on the monthly line and the adjustment stations.

line \ period	Aug. 1951 ~Jul. 1952	Aug. 1952 ~Mar. 1953	Jan. 1954 ~Dec. 1954	Jan. 1955 ~Dec. 1955
Hyuga Nada Line	+0.75	+0.89	+0.83	+0.64
Bungo Suido Line		+0.97	+0.93	+0.59

1955年に於ける両者の相関関係が小さいのは，土々呂沖の調整点が，月例調査海域を代表する割合が少く産卵域の中心の位置の変化が大きかったためである。(この点については次節で述べる。)

§ 2 昭和28〜30年におけるカタクチ卵の分布について

(§2.1) カタクチ卵の水平分布

カタクチ浮游卵の海面に於ける水平分布については，既に横田（1953）によって詳細な研究が行われた。こゝでは，昭和28年〜30年の調査にもとずくカタクチ卵の水平分布について過去のものと比較検討した。

月例調査の全定点について，表面水温の全年を通じた平均偏差を求めると，第4図（a），(b)，(c）となる。この等偏差線の形状は，その年の沿岸水帯と沖合水帯との間に形成される沿岸前線の平均的な形状を示すもので，潮目がどの区域で多く形成されたかの目安を与えるものである。



Fig. 4 Deviation from the averaged value of surface temperature and horizontal distribution of total value of Anchovy eggs sampled all year round.

—— iso-deviation line of surface temperature ······ total value of Anchovy eggs

(c)　1955



Fig. 4

横田（1953）によって示された1949年以降の表面水温平均偏差図によると，日向灘中部の都農，川南沖と，北部の島野浦沖に沖合水帯が強く圧迫している年が多い。従って一般的にこの附近で沿岸前線が接岸し，その他の水域では沖合に沿岸前線が存在するということが言える。1953，1954，1955年についてみると，1953年は0偏差線の彎曲は殆んどなく，54年及び55年は，共に日向灘北部に於て甚だしく接岸している。

3ケ年を通じていずれも表面水温の等偏差線の方向にそって，カタクチ卵も分布している。しかも，卵分布中心は大体0-偏差線の近くにあって，沿岸前線と卵分布との関係の深いことを示している。卵分布の中心は，必ずしも0-偏差線の（+）（−）側のどちらに偏るかは，一定しておらず一般的にいって，等偏差線の波の山又は谷に卵分布の中心の存在することが多いといえる。

この等偏差線の波の形状が年によって異り，南北に位相のずれが見られる。卵分布の中心域も年によって南北にずれることが多い。これが前節で述べた土々沖調整3点の採集卵数と，月例調査定線全体の採集卵数との相関が毎年異った割合で現われる原因となる。昭和30年に於て，両者の相関関係の低いのは，産卵の中心域の南北方向についてのふれが大きかったためと考えられる。

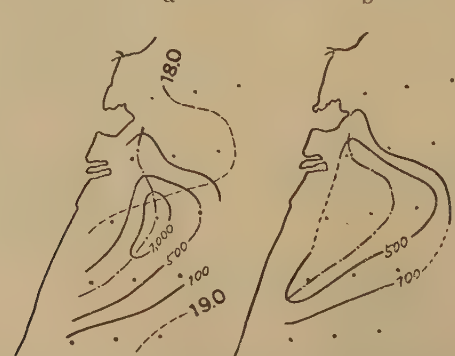
距岸方向に見た産卵域の中心のふれは少い。3ケ年についていずれの場合も調査区域内が卵分布の中心域の大部分を占めている。

（§2.2）発生段階別にみたカタクチ卵の水平分布の検討

浅見（1954）[(4)]は，昼間の産卵調査に於ては，水温24°C以下では，カタクチ卵は産卵後2日間にわたって採集され得ることを報告した。従って24°C以下の場合は2組の発生段階についての卵分布が，24°C以上の場合は1組が発生段階の卵についての分布が得られる。

Fig. 5－Ⅰ.　February 24, 1954

a　　　b



(4)　浅見忠彦，1954：カタクチイワシの浮游卵の研究

Fig. 5—II. April 3, 1954

a b

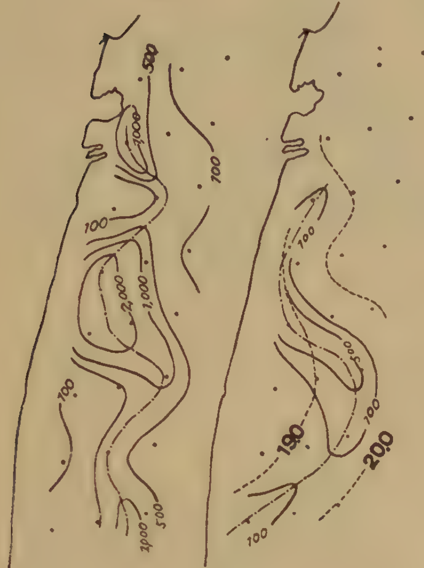


Fig. 5—III. April 30, 1954

a b



Fig. 5 and Fig. 6 Horizontal distribution of Anchovy eggs.

a : Distribution of eggs on the first day after spawened.

b : Distribution of eggs on the second day after spawened,

Fig. 6—I. January 25, 1955

a b



Fig. 6—II. March 2, 1955

a. b.



Fig. 6—III. April 1, 1955

a. b.



Fig. 6—IV. April 4, 1955

a. b.

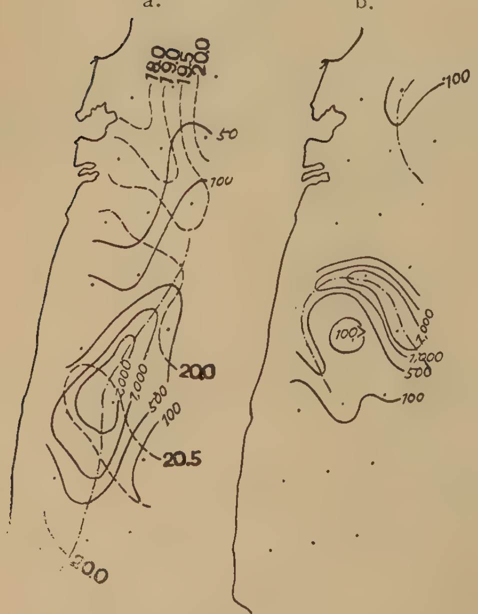
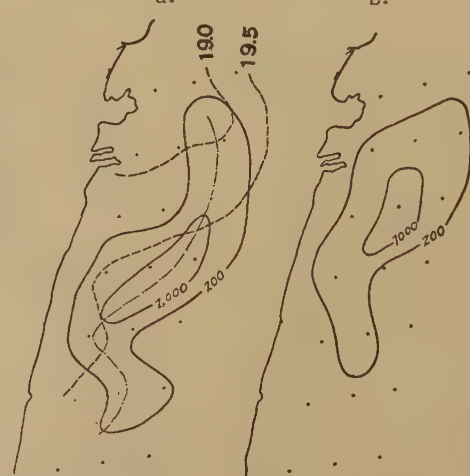


Fig. 6—V. April 26, 1955

a. b.



水平分布の形状

卵の分布は，産卵後間もない時間では産卵域の広さを表すものとみてよい．昼間の調査による産卵後第1日目の卵分布をもって産卵域を推察すると（第5図，第6図参照）前項でも述べたように沿岸前線の波動と深い関係をもつことが分る[5]．産卵域は主としてこの波動の山又は谷に於て形成されている．従って1つの産卵域の拡がりは概ねこの波動の大きさによって左右されると考えてよく，大体ある決った大きさをもっている。

今，横田[6]（1953）の報告によって，卵の分布を2次相関曲面とした場合の卵分布の特性値 σx（等温線に直角方向の分布の拡がり），σy（等温線に平行の方向，即ち，略沿岸方向の拡がり）をみると，次表のようになる．従って卵の水平分布は縦約7浬，横約3浬のものが多い．28〜30年のものについても卵分布の水平的な拡りはほゞ同じである．卵分布に重要な関係をもつ沿岸前線の波動の，この海域での波長は，卵分布の沿岸方向の拡がりと同程度とみてよい。

浬	σx	σy	浬	σx	σy
0.0〜0.5	1		3.5〜	2	8
0.5〜	2	1	4.0〜		2
1.0〜	8	2	4.5〜		4
1.5〜	12	3	5.0〜	1	1
2.0〜	6	4	5.5〜		1
2.5〜	2	2	6.0〜		3
3.0〜	3	2	6.5〜		4

水平分布の日による変動

第5図及び第6図に示された2組の発生段階を含む卵分布についてみると，分布の形状及び分布域が多少変化していることがわかる。この変化は，

（a）　1日の差で産卵域が変化した。

（b）　産卵域は余り変化しないで，水塊の拡動又は卵の拡散集合現象のために分布が変化した。

（c）　（a），（b）両者の組合せ。

によると考えられる。（a）及び（c）については今の所推定する手段はないので，（b）の考え方にもとずいて，2組の発生段階の卵分布の相違を検討する。

分布の形及び位置の変化は，次表に示すように，殆んど変化のない場合，僅かに変化している場合（沿岸

カタクチ卵の分布の変化　（卵内発生に於ける前期卵と後期卵の分布の相違）

海域	年　月	変化殆んどなし	やゝ変化あり 沖合へ	やゝ変化あり 沖合へ	やゝ変化あり 南へ	やゝ変化あり 北へ	変化著し	備　考
豊後水道定線	'54，1	○						
	2	○						
	3						○	2分される形状
	4			○				
	5		○					
	'55，1				○			
	2	○						形状は馬蹄形
	3					○		
	4	○						
	5		○					
日向灘定線	'54，2	○						
	3						○	南西方向に移動
	4	○○						
	5			○	○			
	'55，1				○			
	2						○	南北から中央部に集められる形
	3						○	中央部から卵分布を北に押上げる形
	4					○		
	5			○				

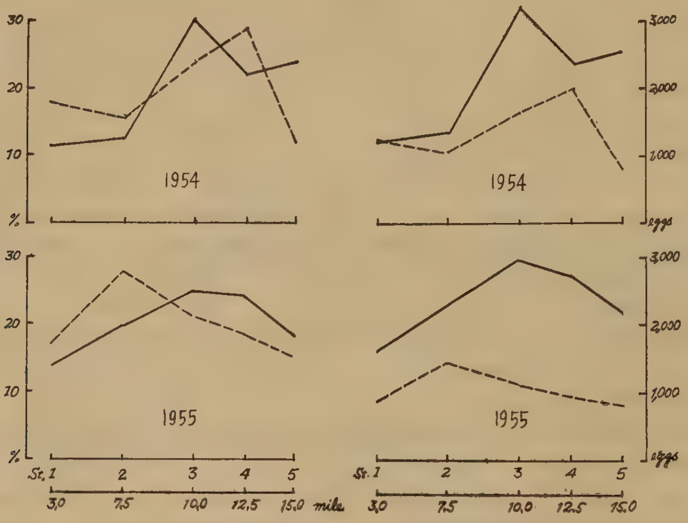
(5)　このことについては（§.4）に於ける検討及び Fig. 14，15 を参照されたい。

(6)　横田滝雄，1953：南海区水研報告，(2)

方向又は距岸方向），変化が甚だしく又複雑な場合に分れる。それらの各々の場合の例を第5図及び第6図に示す。表面水温及び各層水温の分布によって推察すると，この卵分布の変化は多くの場合，沿岸前線の動きに支配されるようで，変化の少い場合は，前線が定常状態になっている場合であり，変化の複雑で甚だしい場合は，沖分水帯と沿岸水帯との水平混合の著しいときである。

卵分布の変化からみて卵が一方的に沖合に流されるとか或いは，沿岸方向（南北方向）に流されるとかいう傾向は認め難い。[(7)] 又，分布の拡がりも第1日目と第2日目とで大した変化は見られない。

土々呂沖定線の5点について毎週1回観測した結果から，1月乃至5月の2組の発生段階の現われる時期について採集卵数を集計した値を図示すると第7図となる。1954年，55年とも採集域の中心部は距岸15浬



distance from coast　　distance from coast

Fig. 7 Total numbers and per centages of Anchovy eggs sampled at each station on Totoro Line.
—— eggs of the first-day after spawned.
…… eggs of the second-day after spawned.

以内にある。「産卵後1日目のものと2日目のものとのずれは1954年と1955年とで異っており，1954年は沿岸に，1955年は沖合に移動している。この点からも卵は発生が進むにつれて一方的に沖合に流されるとは言い切れない。

因みに，1952年以降の月例調査による(チ)ネットのカタクチ稚仔の採集数分布図を示すと第8図となる。卵分布と同様，調査区域内に分布の濃密な部分がある。

(7) 中井，その他は，マイワシ卵について，後期のもの程沖合に多く，海流によって沖合に流されるものだろうとしている。（中井，他，1954：昭24〜26年 鰮資源協同研究経過報告）



Fig. 8 Horizontal distribution of Anchovy larvae sampled by larva net all year round.

（§2.3） カタクチ卵の分布に関する基礎調査

イワシ類の卵，稚仔の分布に関して行った数回の基礎調査の結果を示す。調査は，

調査月日	調査海域	調 査 船
29，8，23	土々呂沖定線	小鷹丸
29，4，2	〃	〃
29，6，8	土々呂—野島浦間	〃
29，8，10，11	豊後水道	くろしお，第1伊予丸，速吸丸，小鷹丸
30，8，15〜17	土々呂沖	小鷹丸
30，5，11〜13	〃	〃
30，7，18〜22	豊後水道，土佐湾	小鷹丸（高知），第1伊予丸 速吸丸，小鷹丸（南水研）

について行われたものである。

卵分布が時間の経過と共に集合させられる場合

昭和29年6月8日の調査がこの場合に当る。第9図によると，産卵後第1日目の卵（前期卵）は調査水域に広く分布しており，第2日目の卵（後期卵）は調査水域のほゞ中央に集められた形となっている。この時の海況は，22.5°C 線に沿って沿岸水帯と沖合水帯との潮目があり，この潮目の沖合側で沖合水塊の流動が渦流状になっているものと考えられる。

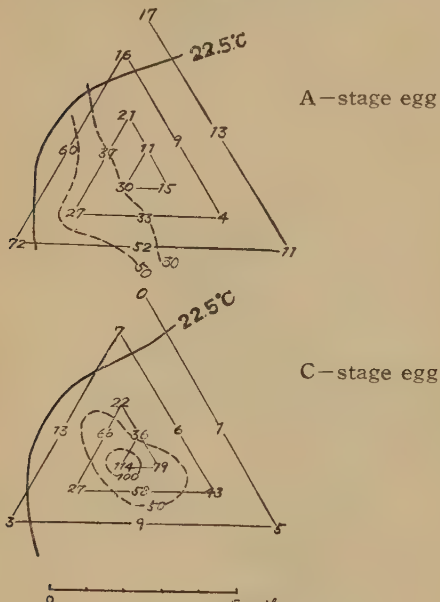


Fig. 9 Patch research on the spawned eggs of Anchovy.
June 8, 1954 …… eggs

連続3日間の観測を行った昭和30年3月15〜17日がこの例で，この時の海況は沿岸水帯の発達が著しく，沖合水帯を圧迫して，沿岸前線が沖合に後退している状況を示している。

（第10図）表面水温は 17°〜19° C で卵内発生の各期別に3組の分布が得られる。

沿岸前線が沖合に移動すると共に産卵域も移動し，常に潮目の沖合側に産卵後第1日目の卵が分布して

卵分布が水塊の移動と共に変化してゆく場合

（30，3，15〜17）

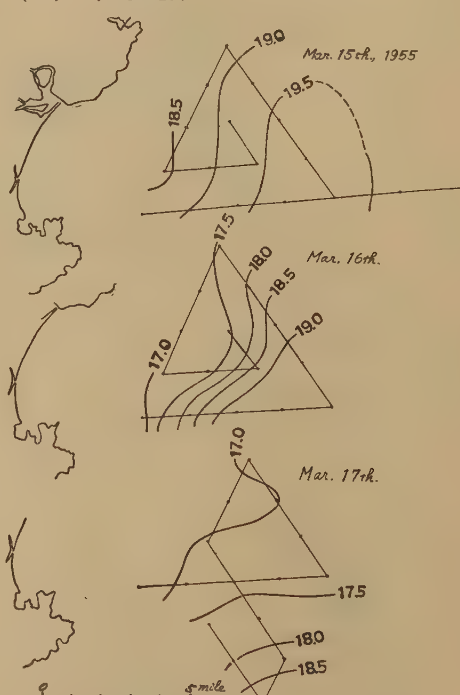


Fig. 10 Patch research on the spawned eggs of Anchovy during March 15−17, 1955.
(Variation of surface temperature)

いる。一方，産卵後第1日目の卵分布と，第2日目の卵分布を比較すると，沿岸水帯の張出しによって分布の形が変えられている。しかし，この時の調査では，浮游卵の移動よりは，産卵域の移動の方が著しい。

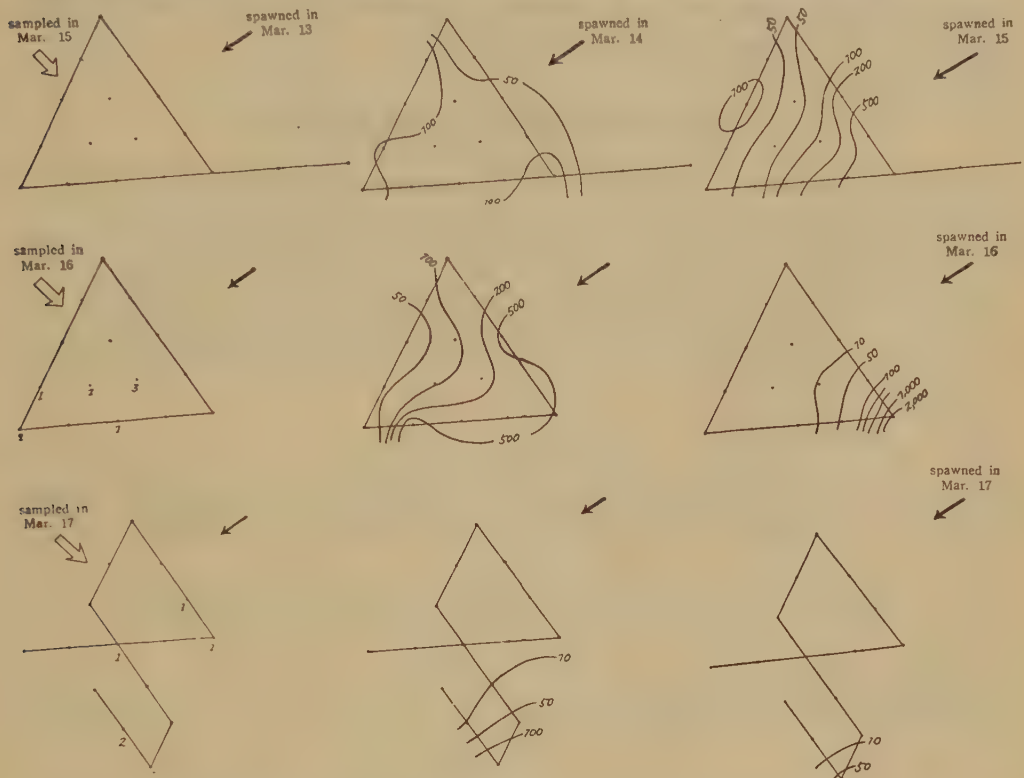


Fig. 11 Patch research on the spawned eggs of Anchovy during March 15—17, 1955
(Horizontal distribution of Anchovy eggs.)

カタクチ浮游卵の立体的な分布について（昭和30年5月13日の例）

カタクチ卵の水平分布については詳細に検討が行われているが，卵分布の立体的な構造については殆んど検討が行われていない。著者らは，(中)ネットを用いて簡単な中層水平曳装置を試作し，カタクチ卵分布の立体構造を調査した。ネット曳航は表層，中層（平均25m），下層（50m以下）の3層とし，深度はワイヤー傾度より推定した。尚，ネットは開放式によったため，中，下層の採集分には垂直曳網の際の採集分が加算されているが，水平方向の曳網距離が長く，従って上，中，下層の卵分布の大要を知る上には支障がないと考える。

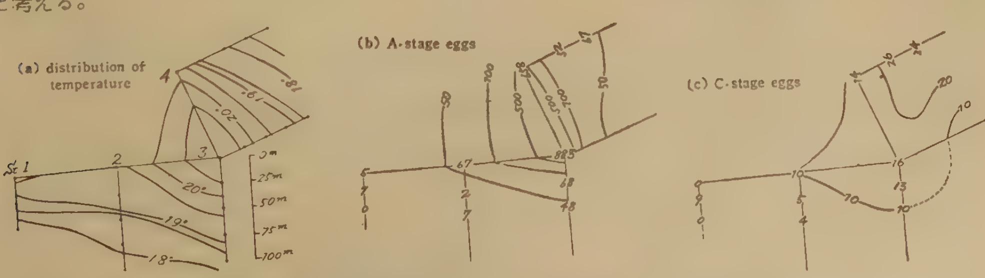


Fig. 12 Vertical distribution of Anchovy eggs sampled by horizontal tows at mid layers.
May 13, 1955

第12図に，水温分布，カタクチ前期卵の分布及び後期卵の分布を示す。前期卵（産卵後第1日目の卵）は，殆んど表層に薄く分布し，沖合水帯と沿岸水帯との境界面の上に拡がるような形状を示している。後期卵（第2日目の卵）は，一様に分布している。卵発生が進むと沈降するものか，又は，水塊の垂直混合が行われた結果によるかはこの調査からは判断することは困難である。

§3　カタクチの卵内発生過程に於ける採集数の減少について

産卵調査に於て採集されるイワシ類の卵数が，発生段階が進むにつれて一般に減少する傾向が認められる。この原因として斃死による減耗，拡散による見かけの減少が考えられる。前節で述べたように，カタクチ卵に於ては水平的に拡散或は集合という一方的な傾向は認め難い。又，表層水平曳の採集によって，殆んど前期卵のみ又は，後期卵のみという採集回が現れることからも，垂直的な拡散にも一方的な傾向があることは認め難い。従って，発生過程別にみた採集数の減少は，自然減耗の目安を表すものと考えられる。

こゝに扱った資料は，1953年11月以降，1954年7月に至る日向灘及び豊後水道定線及び土々呂沖定線のものである。

（§3.1）　産卵時刻について

中井，その他[8]は，カタクチイワシの産卵時刻を20時〜23時と推定している。こゝに扱った資料では昼間の調査が殆んどで，A—a 期の採集される機会が非常に少く，僅かに22〜24時，6〜8時に於て採集されているのみである。第4表は採集時の水温別に，発生段階別卵数の総計を示したものである。この表から

Table 4　Anchovy eggs of each stage in embrionic development.

a.　at 16° C〜18° C

stage \ time→	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6	8	10	12	14
C－b																				
C－a b																				
C－a																	95	134		
B－c																528	129	575		
B－b												43	8			20				
B－a												136	21							
A－c					11							91								
A－b					1488							4								
A－a					30															
total					1529							274	29			548	224	709		

stage	16	18	20	22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	total
C－b								11	212	397				620
C－a b				123	2									125
C－a				684	21									934
B－c				1										1233
B－b														71
B－a														157
A－c														102
A－b														1493
A－a														30
total				808	23			11	212	397				4765

(8)　東海区水産研究所，1955：昭和24－26年鰮資源協同研究経過報告

b. at 18°C ~ 20°C

stage \ time→	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6	8	10	12	14
C − b																		3	708	823
C − a b																	30	437	1098	114
C − a																3113	6290	4243	1050	1335
B − c									2131	5684						13506	670	48	119	13
B − b						4		460	248	1150							1			
B − a					11	981	82	3212	164	1360										
A − c				75	2271	1482	3491	1461	29	51										
A − b				7353	20049	4235	307	56	13	23										
A − a				149	1196	1	4													
total				7577	23527	6703	3884	5209	2585	8268						16619	6991	4731	2975	2285

stage	16	18	20	22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	total
C − b		276						492	54	2	4	2		2364
C − a b	229	1032												2940
C − a	128	568												16727
B − c	1													12173
B − b														1863
B − a														5810
A − c														8860
A − b														32036
A − a														1350
total	358	1876						492	54	2	4	2		84123

c. at 20° ~ 22°C

stage \ time→	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6	8	10	12	14
C − b																	421	1135	652	259
C − a b															418	160	9907	1224	907	9
C − a											7	741			107	608	297	952	298	
B − c							473	14	3434	3992	1085	772							1	
B − b						315	774	4190	165											
B − a					1137	3814	6918	3157												
A − c					1399	23409	3366	7												
A − b			363	522	25338	5934	10													
A − a	31																			
total	31		363	522	27874	33472	11541	7368	3599	3392	1092	1513			525	268	10625	3311	1858	268

stage	16	18	20	22	0	2	4	6	8	10	12	14	total
C − b	269		177										2913
C − a b	20												12645
C − a													2510
B − c													9771
B − b													5444
B − a													15026
A − c													28181
A − b													32167
A − a													31
total	289		177										108657

d. at 22°C ~ 24°C

stage \ time→	0	2	4	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24	2	4	6	8	10	12
C − b																26		1	12	
C − a b																120				
C − a								35	43							96		226	15	
B − c						3	10	1229	114									1		
B − b					28	2487	757													
B − a					4899	4	1													
A − c					1141	1	1													
A − b			1217		17	1	1													

A − a										
total	1217	6285	2496	770	1324	157	242	228	27	

	14	16	18	20	22	**0**	2	4	6	8	10	**12**	14	16	total
C − b		72													111
C − a b															135
C − a															400
B − c															1417
B − b															3272
B − a															4904
A − c															1143
A − b															1236
A − a															
		72													12618

e. at 24° C〜26° C

stage \ time→	**0**	2	4	6	8	10	**12**	14	16	18	20	22	**24**	2	4	6	8	10	**12**	total
C − b																1	4		6	11
C − a b																				—
C − a							4	1		143							2			150
B − c						17	36	536	1082	207										1878
B − b						181	474	101												756
B − a					33	310	717		55											1115
A − c					2321	129														2450
A − b				702	256	1														959
A − a																				—
total				702	2610	638	1231	638	1137	340						1	6		6	7093

f. at 26° C〜28° C

stage \ time→	**0**	2	4	6	8	10	**12**	14	16	18	20	22	**24**	totale
C − b														—
C − a b														—
C − a														—
B − c					1	11	3662	6621						10209
B − b					331	389	932							1652
B − a					661									661
A − c				7										7
A − b				31										31
A − a														—
total				38	993	400	4594	6621						12646

g. at 28° C〜30° C

stage \ time→	**0**	2	4	6	8	10	**12**	14	16	18	20	22	**24**	total
C − b														—
C − a b														—
C − a														—
B − c							601							601
B − b						1137	153							1290
B − a						21								21
A − c														—
A − b														—
A − a														—
total						1158	754							1912

カタクチの産卵は，殆んどが一定の時刻に行われることがわかる。第13図の採集時間を追って排列した卵採集図からみて，この産卵時刻が，中井の示した 20〜23 時と同じとみて差支えない。

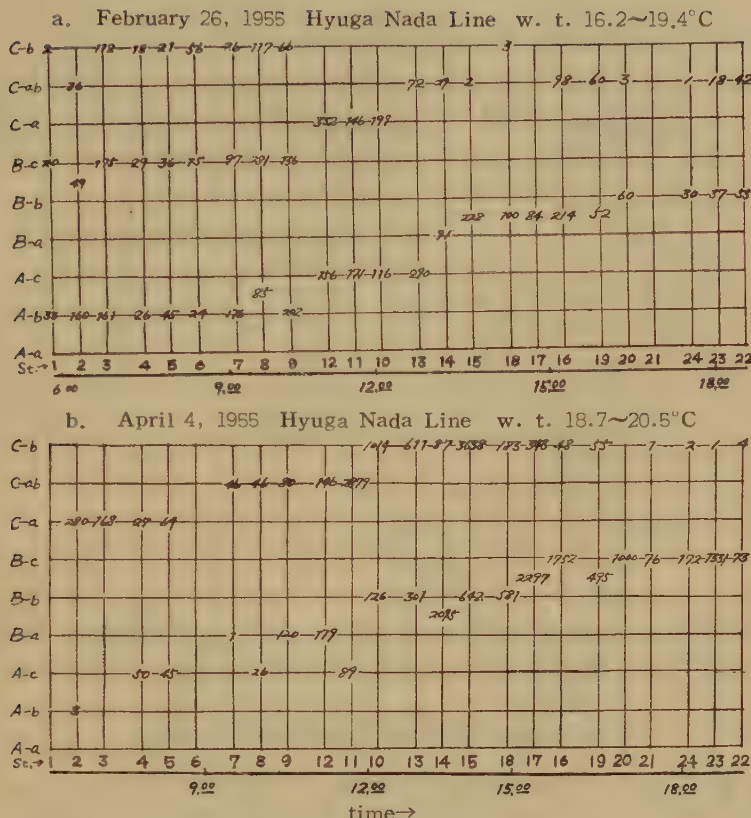


Fig. 13 The number of each stage of Anchovy eggs spawned at every station.

(§3.2) 孵化時刻の推定

今，第4表の時間別採集数の変化から，各水温階級別に孵化の大凡の時間を推定すると次表のようになる。

表面水温	大凡の孵化時刻	産卵した夜半の0時からの経過時間	表面水温	大凡の孵化時刻	産卵した夜半の0時からの経過時間
16～18°C	3日目の午後	60～72時間	24～26	2日目の昼	30～42
18～20	3日目の正午頃	54～66	26～28	1日目の夜半	24～30
20～22	2日目の夜半	42～54	28～30	1日目の夕刻	18～24
22～24	2日目の午後	36～48			

(§3.3) 卵採集数の減少傾向

はじめに記したように，産卵調査回が多くなると，平均として，発生段階の進んだ卵程，採集数が減少している。第4表によって浮游卵の採集数が，発生時より経過時間に応じて

$$y \quad c \cdot e^{-at}$$

で示されるとして，各水温級別に a の値を求めた。

又，試みに，こゝで分類した発生段階[(9)]が等時隔であると仮定して，

発生段階	産卵時	A-a	A-b	A-c	B-a	B-b	Bc	Ca	Cab	Cb	孵化
(時隔) x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(9) 卵内発生の段階による分類は，中井に従った。但し，後期（C期）の段階が比較的長いので，C-aとC-b との間に C-ab なる段階を設けた。

として，これを $y=c\cdot e^{-bx}$ なる減少傾向であてはめ前と同様に b を求めると次表のようになる。

	$y=c\cdot e^{-at}$ の a の値	孵化までの推定時間	1,000粒の卵のうち孵化迄残る推定卵数	$y=c\cdot e^{-bx}$ の b の値	1,000粒のうち孵化まで残る推定卵数
28〜30°C	—	21	—		
26〜28	—	27	—		
24〜26	0.0652	36	155	0.301	92.5
22〜24	0.0735	42	87		
20〜22	0.0626	48	93	0.309	87
18〜20	0.0343	60	197	0.238	153
16〜18	0.0245	66	280	0.163	275

1，2，3，4月の月例調査に於ては，昼間の調査で2つの発生段階について卵が採集されるので，この時期について2組の採集卵数の比較を行うと，

	第1日目の卵	第2日目の卵
1953年	64,566	21,505
1954年	59,957	18,592
1955年	30,148	33,895

となる。1953年，1954年は約⅓に減少しているが，1955年は逆に10％程度増加している。このことは，自然減耗の他に，海洋条件その他の要因が大きく働いて卵採集数の変化を来したことを示すものである。

§4　カタクチ卵分布に及ぼす海況の要因について

各年の周年を通じて平均した卵分布と，海況との関係については既に§1で述べた。又，辰喜，古川（1951）は，水温 17〜22°C，塩分 34.00〜34.70％ に於て，卵の採集が多いこと，水温とは −0.77，塩分量とは +0.72 の相関があるとしている。更に多くの場合，当時の平均水温より低い調査地点に於て多く採集されると報告している。

横田（1953）は，これについて夏の調査が不充分であったため，28°C 附近に於ける採集卵数の peak を見逃している点を指摘し，又，卵の水平分布も，水温の0-偏差線の（+）側（沖合）に中心があることを示した。

この報告の§1では卵の水平分布が，沿岸前線と深い関係のあることを示したが，この附近に於ける沿岸前線の形状及び卵分布との関係を知ることが，卵分布の状況を知る有力な鍵となるわけである。

一般的に沿岸前線は如何に形成されているか

日向灘定線の月例報告をもとにして検討すると，沿岸前線（沖合水帯と沿岸水帯との境界帯）は一般的に波動を形成しているといえる。第14図，15図は1955年4月4日及び4月26日の観測結果を示すもので模式的なものといえる。この附近で形成される沿岸前線の波動の波長は20〜30浬，振幅は10浬前後と推定される。

図によって見られる通り，この波は，表層と中層，下層で位相がやゝずれている。又，14，15図に対応する卵分布を第5図に示したが，前期卵と後期卵の分布状況の変化は，沿岸前線の変化に伴って形成されたものと考えられる。従って一般的には，沿岸前線の波動は移動しているとみてよい。

更に，卵分布が前期卵と後期卵で殆んど同じ区域を占める場合がある。この場合は，沿岸前線の波動が定常状態を維持しているとみられる。

第14図，第15図及び第5図の卵分布を対照すると，明らかに沿岸前線の波動の山の部分に卵分布の中心域のあることが分る。魚群調査の結果によっても，この部分に魚群の多いことが示されており，産卵も多く行われると考えられるが，沿岸前線の収斂作用によって卵分布の中心が形成されることも見逃せない。

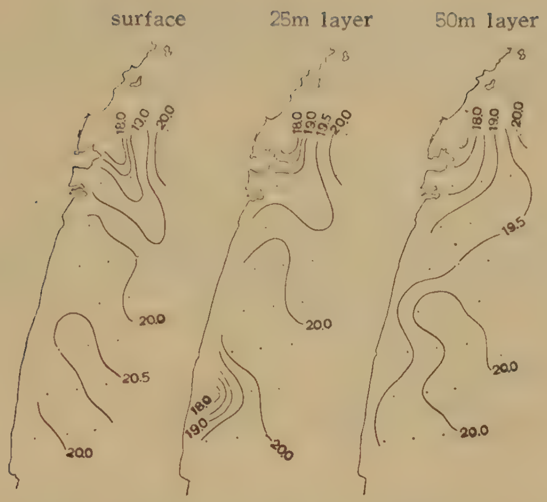


Fig. 14 Distribution of water temperature in Hyuga Nada. (April 4, 1955)

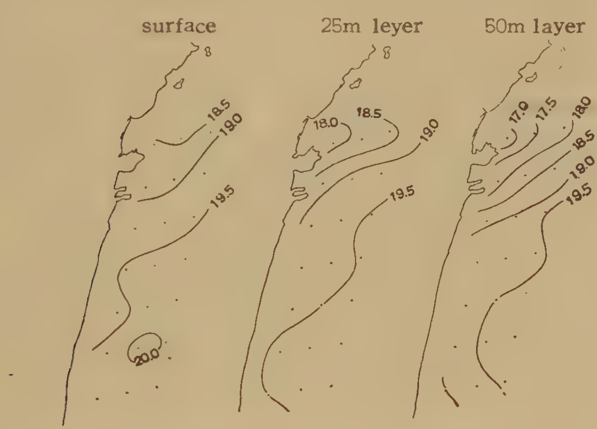


Fig. 15 Distribution of water temperature in Hyuga Nada. (April 26, 1955)

波動の山は，沿岸前線の沖合水帯及び沿岸水帯の双方に形成されるわけであるが，今までの処沖合水帯の側に卵分布の中心が形成されることが多い。

おわりに，この調査は南海区水産研究所延岡支所小鷹丸によって行われたもので，乗員各位の協力の集積であり，又資料の整理に当っては支所職員の労力を煩した。こゝに厚く感謝します。

更に御校閲を頂いた宮大教授寺尾博士に深謝します。

§ 摘　　要

日向灘に於ける1953～1955年間の産卵調査の結果及びカタクチ卵に関する基礎調査の結果を要約すると次のようになる。

1)　カタクチ卵の採集数の季節変化は，各年次を通じてほゞ同じ傾向を示している。採集卵数を対数で表わした場合，その年間変動は，大きい月でも c.v. 15%，小さい月では c.v.2.5% に過ぎない。

2)　カタクチ卵の水平分布は，各年次とも殆んど 100 尋線以内の大陸棚に分布の中心を有している。更に時間的変動と空間的変動を check するために，週1回宛の調整点調査を行ったところ，月例定線の採集数と，週例定線の採集数との相関は高い。但し，1955 年のみはやゝ相関は低い。

3） カタクチ卵の水平分布は，大体ある大きさの範囲（縦約7浬，横約3浬）をもつ楕円状の分布で，沿岸前線の波形と密接な関係がある。従って前線の波形の移動によって，卵分布は移動変形してゆく。

4） 浮游卵は時間の経過に従って，一方的に拡散したり集合したり，又沖合に流されたりする傾向は認められない。

参考文献及び資料

1） 山中一郎，田中昌一，1953：産卵調査に関する一つの検討 東海区水研 イワシ会議資料，No. 5

2） 早野孝教，1953：産卵調査の検討としての基礎調査，西海区水研，イワシ会議資料

3） 伊東祐方，他，1953：日本海区水産研究所年報 No. 1

4） ―― ，1955： 〃 No. 2

5） 横田瀧雄，1953：南海区水産研究所報告 No. 2

6） 中井甚二郎，他，1955：昭和24〜26年鰮資源協同研究経過報告

7） 浅見忠彦，1953：南海区水研業績集 No. 1

「いわし」類の脊椎骨数について*

—特に，種族又は発生環境を検討し得る可能性について—

浅見忠彦・花岡松子

On the Variation of Vertebral Number of *Iwashi*, with Special Reference to Its Possibility of being a Clue for Testing Difference of Races or of Environmental Conditions During their Development.

Tadahiko ASAMI and Matsuko HANAOKA

Data obtained during a period from 1949 to 1955 in coastal stations of Nangai Region were analyzed with respect to yearly environmental conditions. Special attention was paid to fry of Auchovy to clear up its availability for testing racial difference and environmental unequality during development.

1) F-value as computed from distribution of the vertebral number was not usable for finding out extend and condition obtaing in the mingling of developing fish groups.

2) Anchovy fry shows conditional annual change in average number of vertebrae, with its maximum and minimum appearing about a month later than respective values of water temperature. It follows therefore that the average number of vertebrae stands in close relation with water temperature during early development.

3) Two breeds were recognized in anchovy fry : spring one and autumnal one. The difference between the two in vertebral number has led to capability of finding each growth rate up it a size of about 10 cm. But it does not hold true for older fry became of mixing of the two.

いわし類の脊椎骨数の変異をもって，種族の差異を推定し，又は発生環境の特性を摑えようとする研究が多く行われている[(1)]。これらの研究の前提には，脊椎骨数の変異が，統計的に種族なり，発生環境なりの指標として用い得るという考え方がある。然し，一般に脊椎骨数の変異の結果についての考察は種々行われているが，この変異を通じての検討の可能性について論じたものは殆んどない。この問題を抜きにして脊椎骨数の変異の問題を論ずることは片手落ちと考える。

現在までの研究の結果を見ると，

(a) 種族（race）が異れば，特有の母平均，母分散をもつ脊椎骨数の変異がみられる。

---

* 南海区水産研究所業績 第73号

(1) 脊椎骨数に関する主な研究には，次のようなものがある。

雨宮，阿部，1933：水産学会報，5(4)
中井甚二郎，1938：水産研究誌，33(10)
雨宮，田村，1941：水産学会報，8(3)(4)
村上，真道，1949：日水誌，15(3)
花村，石垣，北野，1955：水産科学，(13)
横田，古川，1951：日水誌，17(8)
渡辺和春，1955：日水研，研究年報，(2)
雨宮，阿部，見塩，辻永，1934：水産学会報，6(1)
相川，小西，1940：水産試験場報告，(10)
田村修，1954～56：長崎大学水産学部研究報告，(1)(2)(3)(4)
横田滝雄，1953，南海水研報告，(2)
相川広秋，1949：水産資源学総論
林，近藤，1954：カタクチイワシの成長（謄写刷）
相川広秋，1954：カタクチイワシの生物学的研究（〃）

という考え方のもとに，

（b） 発生環境（特に発生時の水温）によって変異が左右される。

（c） 地理的にみると大体北高南低の傾向がある。

（d） 季節的な変化がある。

等の考察が行われている。然し，種族の差異を要因とする変異と，発生環境の相異を要因とする変異との何れが大きく作用しているかの具体的な考察は行われていない。従って現在の所，種族の差（遺伝的なもの）と環境要因の差（個体発生的なもの）との交絡としてこの変異が出現すると考えるのが妥当である。

ところで，ある一つの種族のもつ脊椎骨数の変異自身にも，特有の巾があり，更に又，変化の多い発生環境という篩を通して測定するのであるから，この２つの要因の効果を分離することは困難を極める。筆者はこの脊椎骨数の変異を調査することが，統計的にどれ程の意味をもつかについて，充分知る必要があると考え，主として昭和 25 年〜30 年の南海区各地で蒐集したイワシ類の脊椎骨数資料に基いて考察を行った。

A. カタクチイワシの脊椎骨数

（1） 可及的に同一の環境条件で発生したと思われる群団の脊椎骨数の分布

最初の問題として，同一の発生群団の脊椎骨数の分布の特性値を知る必要がある。同一群団の脊椎骨数の分布が必ずしも確率分布を示すとは限らないが，ある大きさの標本についての平均値の分布は確率分布を示す。こゝで同一であるという発生条件を満足させるために同一の採集地に於ける同一月のシラスの資料を用いた。即ち，１ケ月以上にわたって，盛漁期が続いた場合の，標本の平均体長 4.1cm 以下のものを用いた。(2)

Table 1 Number of vertebrae in Anchovy "fry"

Month of research	Localitis	Number of vertebrae							Number of group	(S.D.)′
		n	44	45	46	47	x̄	S.D.		
May 1951	Totoro	235	3	144	85	3	45.371	0.534	12	0.135
Dec. 1952	〃	460	29	313	118	0	45.193	0.530	23	0.125
Aug. 1955	〃	300	24	200	76	0	45.173	0.551	15	0.087
Nov. 1955	〃	240	8	175	56	1	45.208	0.490	12	0.093
Dec. 1955	〃	280	16	176	88	0	45.257	0.553	14	0.113
〃 1955	Hozai	240	8	158	74	0	45.275	0.514	12	0.097
〃 〃	Akae	440	31	274	134	1	45.239	0.572	22	0.158
									mean	0.1154

第１表に，用いた資料の採集条件と，脊椎骨数分布の特性値を示した。これらの資料から，吾々が普通に同一の条件のもとに発生したと思われるカタクチイワシの脊椎骨数の標本平均値の（通常20尾）ばらつきは，標準偏差で 0.1154 程度であり，もしもとの分布を正規分布と仮定すると，その標準偏差は 0.517 程度ということになる。

こゝで，可及的に同一な発生条件ということがらの程度が問題であるが，日向灘沖の月例定線観測による０mと 25m の相隣る月の水温差の分布は，

(2) 横田，古川（1951）によるカタクチイワシの成長度から推定すると，漁獲可能のシラスから4.1cmまでが，発生後0.5〜1.5ケ月（平均１ケ月目），4.1〜5.3cmまでが，1.5〜2.5ケ月（平均２ケ月）となっている。

水温差階級	0 m水温		25m水温	
	累積度数	%	累積度数	%
0～0.5 C	10	12.7	12	20.3
0.5～1.0	21	26.6	18	30.5
1.0～1.5	36	45.5	28	47.5
1.5～2.0	46	58.2	37	62.7
2.0～2.5	57	72.1	51	86.3
2.5～3.0	69	87.3	55	93.3
3.0～3.5	75	94.9	56	95.0
3.5～	79	100.0	59	100.0

となって，相隣る月の水温差は2.5°C以内に72%～86%が含まれることとなる。従って，発生環境の差が水温で2.5 C以内であれば，20尾の標本平均値のばらつきは，S. D. で0.1154程度のものであることが当然予想されるわけである。[3]

(2) 脊椎骨数の変異の資料による検定力について

脊椎骨数の計測資料を用いて，種族の同異なり，発生環境の相異を検定することは，前節で述べたように，屡々用いられている手段である。しかし，前述のように，同一の発生群団そのものも脊椎骨数の分布に個有のばらつきがあり，従ってその相異を検定する力に限界が生れて来る。花村等が，マイワシの脊椎骨数について，変異図の考え方をもちこんでいるのも検定力についての考え方を述べたものと言えよう。

平均脊椎骨数の差の検定力

こゝに，A，Bという２つの異なる発生群団があって，これから抽出した20尾の標本の平均脊椎骨数の分布の分散を σ^2 とする。このA，B両群の平均値の差を検定する場合，正規検定によると，α 0.05とした場合の標本の大きさと β（第２種の過誤）との関係は次表となる。[4]

例えば，1956年，土々呂採集のカタクチシラスの平均脊椎骨数は，10月は10回，45.075，11月は12回，45.208，S.Dは0.093となっている。この両月の平均の差は0.133であるが，これは右表から α 0.05とした場合，λ 1.43で，β =0.05でも差は有意となるわけである。

正規検定の検定力表　$\lambda=|\mu-a|/\sigma$

	β=0.5	β=0.20	β=0.10	β=0.05
n=5	1.00	1.40	1.65	1.85
n=10	0.60	0.90	1.15	1.25
n=15	0.50	0.70	0.85	0.95
n=20	0.40	0.65	0.75	0.85

$|\mu-a|$ は平均値の差，　σ^2：母分散

一般に発生環境の相い似た群団の相違をみる場合には，多くの標本を要し，又，平均脊椎骨数で大きな差を検出する場合には標本数は少くてすむ。第２種の過誤（β）が大きくてもよいということになると，勿論標本数は少くてもよいわけで，検定する目的によって標本の大きさを変えてゆく必要があると同時に検定力の限界を充分知っておくことが肝要である。

脊椎骨数の分散の検定力

分散の検定を行う場合，分散の系列としては，χ^2－検定により，２組の標本の分散の差を検定する場合には，F－検定を用いる。

今，ある発生群団の魚が成長するに従って，群団間で混合，分離が起るとすると，異った環境で発生した魚が混合する結果となる。このことは，平均脊椎骨数の分布のばらつきが大きくなることを意味するわけでばらつきが大きくなれば，異った発生群団が混合したものと見てよいことになる。しかし，この場合は，第１種の過誤 α も，第２種の過誤 β も，共に鋭敏に検定しなければ，意味がない。

今，A，B両群団の平均脊椎骨数，分散を（$\bar{x}_A$，σ^2_A），（$\bar{x}_B$，σ^2_B）とし，$|\bar{x}_A-\bar{x}_B|$ は0.10とする。A，Bが全く同じ大きさで，且両者が完全に混合したとすると，（$\sigma_A=\sigma_B=0.10$ とする）両者を合した場合，$\sigma_{A+B}=0.128$ となる。

従って混合群と，もとのA，B両群団との分散比は 1.28≒1.3 となる。北川[4] によるF－検定の検定力表は次表のようになる。

(3) 渡辺（1956）の富山湾のカタクチシラスについての計測資料によると採集期間が１ケ月以内のものについての脊椎骨数のバラツキは，200尾以上のものについて，0.36～0.56，平均は0.458である。

(4) 北川敏男，1953：実験計画法（講義録）の検定力曲線より概数を表示した。

$\alpha=0.05$，$n_1=n_2$，$\sigma_1>\sigma_2$ に対する $\lambda=\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$ 表

	$\beta=0.05$	$\beta=0.20$	$\beta=0.10$	$\beta=0.05$
$n_1=n_2$ 25	2.45	3.75	—	—
10	1.75	2.35	2.75	3.40
15	1.55	1.95	2.20	2.50
20	1.45	1.73	1.95	2.20
30	1.30	1.55	1.70	1.90
50	1.23	1.40	1.50	1.65
100	1.15	1.25	1.30	1.40

この程度の小さい分散比を検定するには，$\beta=0.50$ としても，30組の標本を要することになって，実際には容易なことではない。

今，これを次のような場合にあてはめてみよう。

（A）1955年３月，游子港に於けるカタクチの例

n＝5（計 160 尾）

平均脊椎骨数の平均：45.18

〃　　σ：0.040

体長範囲 8.74cm〜10.10 cm

この場合の分散は前述の比較的同一発生環境で発生した群団の分散よりも小さく，まず同一の発生群団とみられる。

（B）1955年４月，土々呂港船曳網，カタクチイワシの例

平均体長範囲，2.53 cm〜8.13 cm

n＝7（計 140 尾）

平均脊椎骨数の平均　45,414

〃　　σ　　0.180

前記のように，比較的同一発生集団の母分散 σ^2 の $\sigma=0.100$ とすると，両者の分散比は，1.80 となる。前表によれば，$\alpha=0.05$ とすると，$\beta=0.50$ でも差は有意とならない。従って，脊椎骨数資料の検討からはこの中に含まれている２組の体長群の発生環境の相違を見出すことは出来ない。

一般に脊椎骨数を以てしては，発生環境の異る群の混合を見出すことは，困難といえる。

（3） 脊椎骨数の変異と発生環境との関係について

平均脊椎骨数の周年変化

次に，比較的同一地域のものについては，種族的な相異の介在する点が少いと考え，主として，宮崎県沿岸のカタクチシラスについて環境要因の変化と，平均脊椎骨数の変化との関係を追求した。1950年の紀伊水道域，1951〜52年の土佐湾，1950〜55年の日向灘中部が最も資料がとゝのっているので，これらの地域について，発生後 0.5〜1.5ヶ月と推定される 4.1 cm 以下のカタクチイワシの平均脊椎骨数を月別に図示する。

(a) at Totoro, Hozai and Mimitu, in 1950.

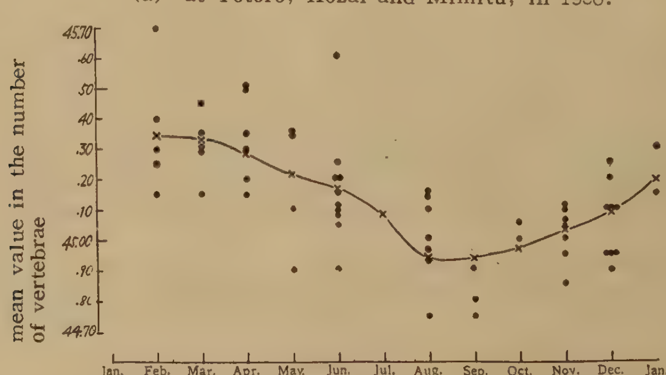
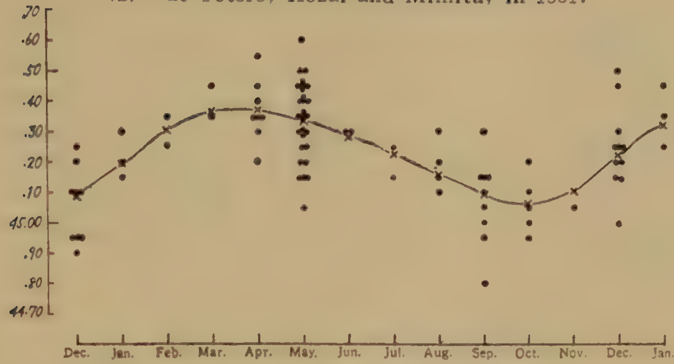
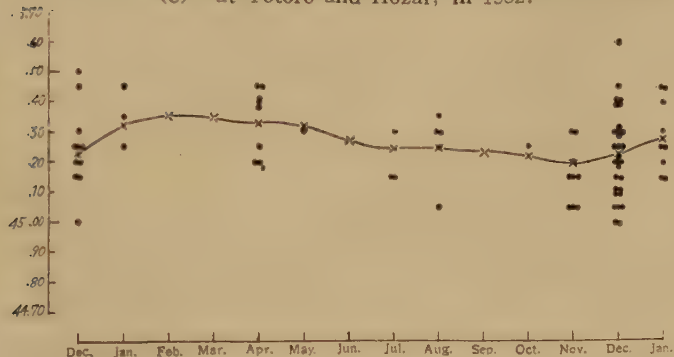


Fig. 1　Seasonal variation of the mean value in the number of "fry" (Anchovy) vertebrae.　• …… average of each sample　× …… moving average

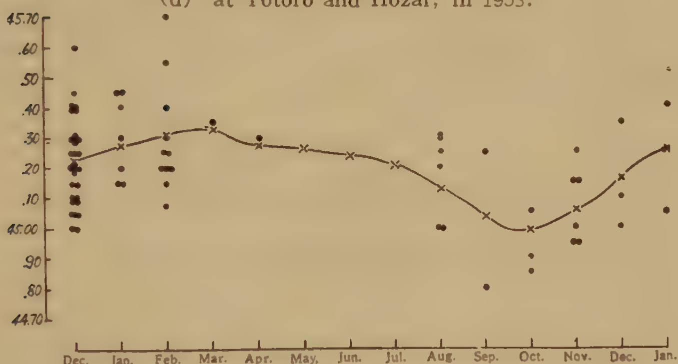
(b) at Totoro, Hozai and Mimitu, in 1951.



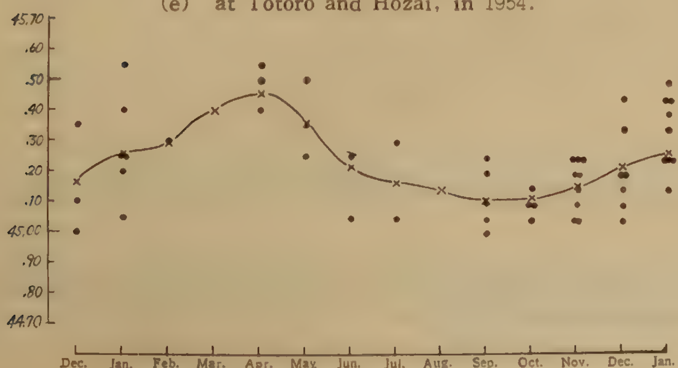
(c) at Totoro and Hozai, in 1952.



(d) at Totoro and Hozai, in 1953.



(e) at Totoro and Hozai, in 1954.



(f) at Totoro and Hozai, in 1955.

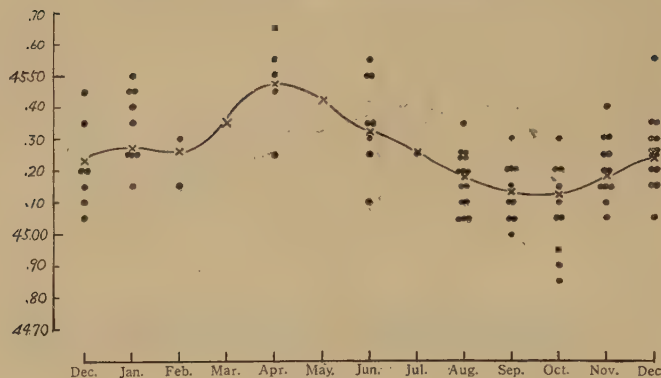
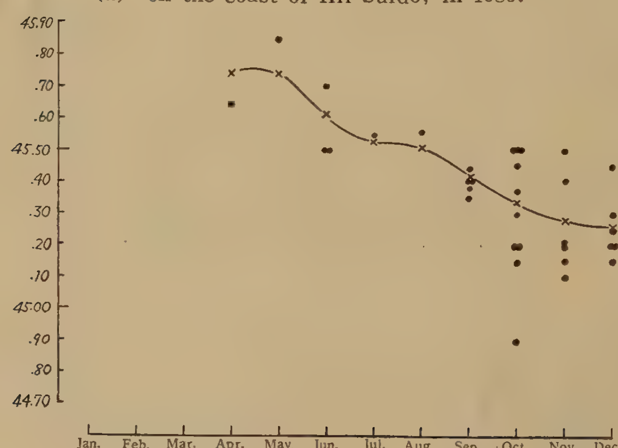


Fig. 1 —

(a) on the coast of Kii-Suido, in 1950.



(b) on the coast of Tosa Bay, in 1951—52.

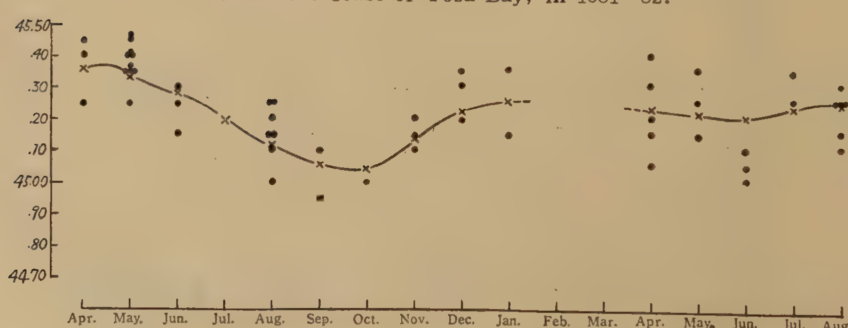


Table 2 Seasonal variation of the mean value in the number of "fry" (Anchovy) vertebrae.

× moving average • average of each sample

イワシの全国的な協同調査によって，明らかにされている通り，[5] 全国的にみると，カタクチイワシは，太平洋に多く，且つ南の地域ほど，周年にわたって漁獲が行われている。又，産卵調査によるカタクチ卵の採集時期も南ほど周年にわたり，北ほど夏に限定される傾向にある。従ってこの点南海区域は，カタクチシラスの脊椎骨数の周年変化を調査するには便利である。

第1図（a〜f）に示す通り平均脊椎骨数の周年変化には，明らかに年1回の周期が認められ，極大値は3〜4月に，極小値は9〜10月にあらわれる。このように平均脊椎骨数の変化が，周年にわたって連続した形であらわれることから，脊椎骨数に変異を与える要因も，連続した量であらわされるものと解される。

発生環境で，平均脊椎骨数の周年変化と類似の傾向を示す要因として，水温と塩分（海水の現場密度）が考えられる。辰喜，古川（1951）[6] によれば，日向灘水域に於ける水温の周年変化と塩分のそれとは全く同周期で，逆相関の型を示している。従ってこの2つの要因が交絡して平均脊椎骨数に変異を与えているとしても両者を分離することは困難であり，横田に従って，水温の変化を主要因としてとりあげた。[7]

今，第1図（a〜f）によって1950〜55年の6ケ年間について，平均脊椎骨数の周年変化の極大及び極小となる時期の平均を求めると，3.12月（3月22日）及び10.28月（10月9日）となる。一方日向灘の月例観測資料から求めた水温の最低，最高となる時期の平均は，2.77月（2月22日）及び8.80月（8月25日となり，両者の時間的なずれは1ケ月〜1.4ケ月である。しかも，多くの研究者によって発生後1ケ月で3.0cm前後のシラスになることが報告されているので，平均脊椎骨数は発生時の水温と深い関係のあることが明らかである。

以上のように脊椎骨数の変異と，環境要因とが連続的に対応しているから，少くともこゝで扱った範囲では，種族の差に基ずく変異は含まれていないと解される。仮に，地理的に隔った地域で，種族の異ったものがあるとすると，平均脊椎骨数の変異と環境要因の変化との対応のし方が異った形であらわれて来なければ脊椎骨数の変異を以て種族の差を見出すことは不可能である。

平均脊椎骨数と発生時の水温との関係

昭和25年の宮崎県土々呂港で採集されたカタクチシラスによって，横田，古川（1951）が発生時の推定水温と，平均脊椎骨数との関係を一次式で求めている。こゝでは，昭和25〜30年の方財，土々呂，美々津港で採集されたカタクチシラスの資料を用い，発生時の推定水温を1ケ月前の日向灘定線観測の表面平均水温との関係を求めた。[8]

---

(5) 東海区水産研究所，1955：昭和24〜26年鰮資源協同研究経過報告
西海区　〃　，1955：　27年　〃
南海区　〃　，1956：　28年　〃

(6) 辰喜，古川，1951：日水誌，17（8.9）

(7) 比重（密度）は卵の滲透圧に影響を及ぼし，卵径に大小の変化を与えて脊椎骨数の変異に多少の影響をもつものではないかと考える。

(8) 横田，古川（1951）は，25m層水温の平均を用いている。こゝで表面水温を用いたのは，夏季カタクチ卵，稚仔は表層に於て多く採集されること，0mと25mの水温は夏季を除いて殆んど差がないこと，更に，9，10月のシラスの脊椎骨数が25m水温よりも0m水温の方とで，より相関が高くでること等の理由によった。

Table 2 Correlation to between the mean value of the vertebral number of Anchovy and water temperature during early development.

V.N.	W.T.	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5
		(−45)	(−35)	(−25)	(−15)	(−5)	(+5)	(+15)	(+25)	(+35)
(−30)	44.70									
(−25)	.75									
(−20)	.80									
(−15)	.85									
(−10)	.90					1			1	1
(−05)	.95									3
0	45.00						1		3	
(+05)	.05					1		1	5	4
(+10)	.10					1		2	8	3
(+15)	.15		1	3		1	5	1	5	2
(+20)	.20		1		2		4	2	9	2
(+25)	.25			1	1	6	6	1	9	1
(+30)	.30		1	4	1		4	2	7	3
(+35)	.35		1	1	5	4	1	3	3	
(+40)	.40			1	4	2	1		4	
(+45)	.45			1	7	3	3	1	1	
(+50)	.50		2			2	2	2		
(+55)	.55				1	2		1	1	
(+60)	.60								2	
(+65)	.65					1				
(+70)	.70			1						
fx			6	12	21	24	27	16	58	19
xfx			−210	−300	−315	−120	+135	+24	+1,450	+665
x^2fx			7,350	7,500	4,725	600	675	3,600	36,250	23,275
S_1			+200	+380	+800	+805	+735	+470	+1,270	+210
xS_1			1,200	4,560	16,800	19,320	19,845	7,520	73,660	33,990

V.N.	W.T.	24.5	25.5	26.5	27.5	fy	yfy	y^2fy	S_1	yS_1
		(+45)	(+55)	(+65)	(+75)					
(−30)	44.70									
(−25)	.75	1			1	2	−50	1,250	+120	240
(−20)	.80				2	2	−40	800	+150	300
(−15)	.85	1	1	1		3	−45	675	+165	495
(−10)	.90		1	1	1	6	−60	600	+250	1,500
(−05)	.95	6	2			11	−55	275	+485	5,335
0	45.00	3	1		4	12	0	0	+570	6,840
(+05)	.05	6	6	2	6	31	+155	775	+1,455	45,105
(+10)	.10	5	4	2	4	29	+290	2,900	+1,205	34,945
(+15)	.15	9	3	1	4	35	+525	7,875	+1,605	37,275
(+20)	.20	4	5		3	32	+640	12,800	+960	30,720
(+25)	.25	6	4	1	1	37	+925	23,125	+865	32,005
(+30)	.30	2	1		4	29	+870	26,100	+625	18,125
(+35)	.35		1		1	20	+700	24,500	+100	200
(+40)	.40	2				14	+560	22,400	+100	1,400
(+45)	.45					16	+720	32,400	+90	1,440
(+50)	.50					8	+400	29,000	+40	320
(+55)	.55					5	+275	15,125	+15	75
(+60)	.60					2	+120	7,200	+50	100
(+65)	.65					1	+65	4,225	+5	5
(+70)	.70					1	+70	4,900	+5	5
fx			45	29	8	31				
xfx			+2,025	+1,595	+520	+2,325				
x^2fx			91,125	87,725	33,800	174,375				
S_1			+515	+345	+45	+335				
xS_1			23,175	1,005	360	10,385				

(4) 脊椎骨数の資料を用いたカタクチイワシの成長度

カタクチイワシの成長については，体長組成の推移から田中（1953），前川，八柳（1951）が，体長組成

の推移と鱗による年令査定結果から林，西藤（1954）が研究しており，更に脊椎骨数の季節的変異乃至は発生環境との関係を用いて，相川（1954）及び横田，古川（1951）が成長度を推定している。

こゝでは，昭和26年から28年に至る北日向灘（細島地，島野浦，方財，土々呂）で採集されたカタクチイワシの資料を用い，春仔と秋仔の脊椎骨数の差に着目してその成長状況を検討した。前項で述べたようにシラスの平均脊椎骨数は，1年を周期として3～4月に極大，9，10月は極小値を示して変化している。今昭和26年5月及び9月のシラスについて平均脊椎骨数の信頼限界を求めると（α 0.05）前者は45.26～45.48，後者は44.81～45.27となる。この2つの範囲に入る平均脊椎骨数を，月別，体長級別にまとめると，第3図を得る。図に示されたように月を追って体長級の増加してゆく状況は，それぞれのカタクチ群の

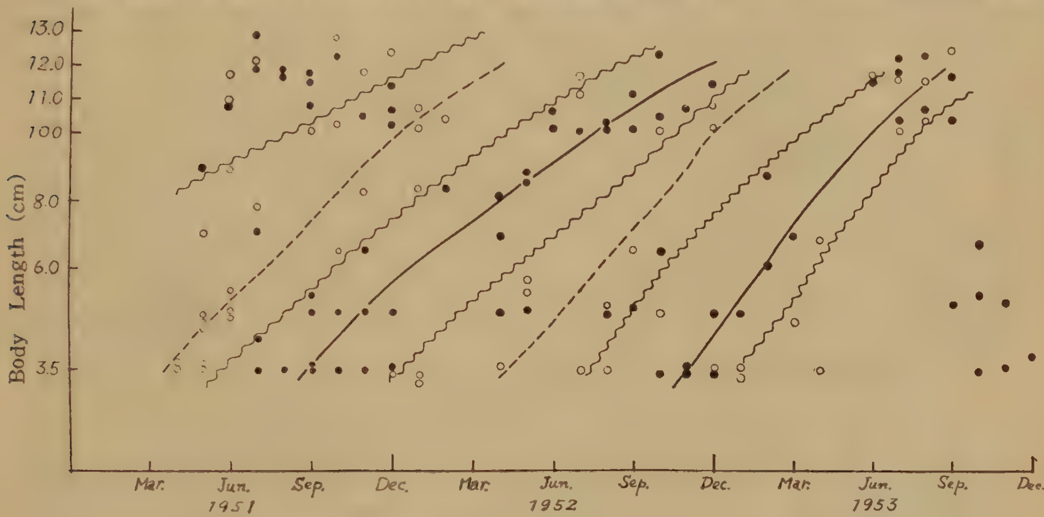


Fig. 3 Growth curves of Spring and Autumnal fry of Anchovy.

mean value in the number of vertebrae { ◦ 45.25～.48 ・ 44.81～.27

~~~~~~ group-seperation denoting

成長の過程を示すものと思われる。春仔群と秋仔群の脊椎骨数による境界は体長10cm位まではほぼ明瞭であるが，それ以上になると，不明瞭になる。これは，異った発生群の混合，他の地域で発生した群の移動等があって脊椎骨数の差による春仔，秋仔の分離が困難になるためであろう。従って，この体長級以上の成長度の推定は他の方法によるよりほかない。

第3図をもとにして，各群の成長曲線を描くと第4図となる。各年の春仔，秋仔によって多少異った成長状況がみられる。これらの成長度と既往の相川，横田・古川等の成長と比較してもほゞ同じ結果が得られている。

Table 3 Growth of Anchovy

Months after hatch	Autumnal ("Akigo") (1952)	Spring ("Harugo") (1951)	Body length estimated by Yokota and Furukawa	Months after hatch	Autumnal (1952)	Spring (1951)	Body length estimated by Yokota and Furukawa
1	3.5cm	3.5cm	3.4cm	11		9.8	
2	4.8	4.2	4.8	12		10.4	11.62
3	6.0	5.0	5.87	13		11.0	
4	7.1	5.7		14		11.5	12.58
5	8.0	6.4	7.54	15		12.0	
6	8.9	7.0		16			
7	9.7	7.5		17			
8	10.6	8.0	9.51	18			14.20
9	11.2	8.7					
10		9.3	10.06				
~~~~~~

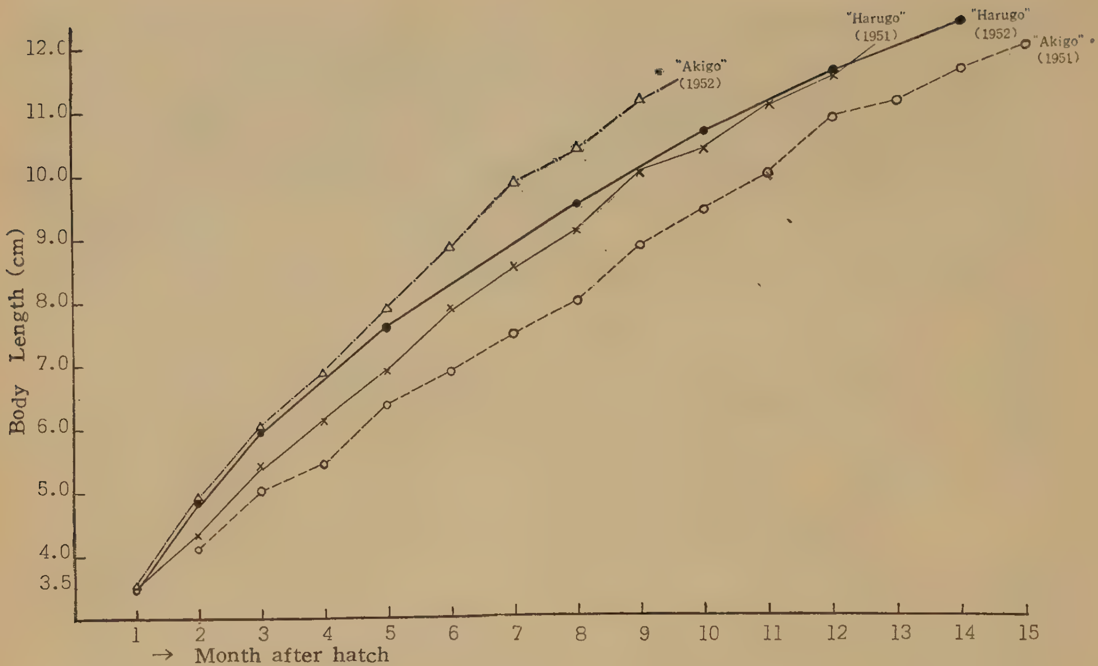


Fig. 4 Growth curve of Anchovy.

B. 昭和26年～29年に於けるイワシ類の脊椎骨数調査の検討結果

鰮資源調査計画に基いて，南海地区の各調査地より集められたイワシ類の脊椎骨数の資料を用い，昭和26～29年の調査の結果を検討した。さきに横田[9]によって26年，27年の両年については既に考察が行われているが，こゝでは，

a) マイワシが年級毎にどのような平均脊椎骨数を示し，且つ，それから考えられる発生環境が年級毎にどのように変つて来ているか。又，地域的に差があるか。

b)カタクチイワシでは，体長の大小によって，又，漁獲地域によってどのように差がみられるか。

について，主として検討を加えた。

(1) マイワシの脊椎骨数

第4表は，昭和 26～29 年の平均脊椎骨数の分布を示している。階級は，前掲横田 に従った。

Table 4 Frequency distribution of mean value of the number of vertebrae in Sardine.

year / localities / mean value of the number of vertebrae (x)	1951	1952	1953	1953	1954	1954	Estimated water temperature C° (t)
	Hyuga Nada and Bungo Suido	←	←	Wakayama	Hyuga Nada and Bungo Suido	Wakayama	
50.84～.79					1	1	11°～12°
.78～.75					5	0	12～13
.74～.70	28	13	12	2	1	2	13～14
.69～.65	10	5	6	0	1	2	14～15

(9) 横田滝雄，1953：南海区水産研究所報告，（2）

.64～.59	12	9	2	5	9	3	15～16
.58～.54	9	13	8	7	7	1	16～17
.53～.49	18	9	12	1	7	7	17～18
.48～.43	12	6	6	7	5	4	18～19
.42～.38	14	1	6	1	8	2	19～20
.37～.32	5	0	3	1	7	1	20～21
.31～.26	6	4	2		4	1	21～22
.25～.21	4	0	3		3	1	22～23
.20～.15	5	0	0		4	0	23～24
.14～.09	0	1	0				24～25
.08～.03	1	0	0				25～26
.03～	0	0	1				26～27
total	124	61	61	24	62	25	
$\bar{t}$	17.69	17.25	17.70	16.70	18.05	17.22	
$\bar{x}$	50.50	50.52	50.50	50.54	50.48	50.52	

昭和26～29年に於ては，南海区全域を通じて僅かに平均脊椎骨数が少くなり，発生環境の水温はやゝ上昇していると考えられるが，統計的には差が認め難い程僅少である。

尚，日向灘，豊後水道域と，紀南域とを比較すると，年次による相違よりも地域による差の方が大きくでており，紀南域は平均脊椎骨数は多く，発生時の推定水温は，平均 1°C位低いとみられる。

次に年令別の脊椎骨数の差をみるために，標本の平均体長から判断して，年令群に組分けして，平均脊椎骨数の頻度分布をみた。

Table 5 Frequency distribution of mean value of the number of vertebrae in Sardine (allotted to year classes).

mean value of the number of vertebrae (x) \ year class	Fish caught in 1953			Fish caught in 1954			estimated water
	0	I	II	0	I	0 (Wakayama)	°C (t)
50.90～.85		1	1				10°～11°
.84～.79	1	3		1		1	11～12
.78～.75		2		4		0	12～13
.74～.70	3	1		0	1	1	13～14
.69～.65		3	3	1		2	14～15
.64～.59	2	2	1	7	2	3	15～16
.58～.54	3	4	1	5	2	1	16～17
.53～.49	4	4	2	5	2	7	17～18
.48～.43	4	5		3	2	4	18～19
.42～.38	3	2	1	6	2	1	19～20
.37～.32	2	2		5	2	1	20～21
.31～.26	2	2		3	1	1	21～22
.25～.21	2	1		1	2	1	22～23
.20～.15				4			23～24
.14～.09							24～25
.08～.03		1					25～26
total	26	33	9	45	16	25	
$\bar{t}$	17.90	16.40	15.60	17.90	18.30	17.10	
$\bar{x}$	50.475	50.557	50.602	50.479	50.454	50.521	

第5表によると 1953 年の 0 才魚，1954 年の 1 才魚（共に 1953 年級魚）が比較的発生環境の水温が高いと推定される。

以上の諸点から，南海区域のマイワシに関して次のように考えられる。

（a）昭和 27 年以降，全標本を通じた平均脊椎骨数は僅かではあるが減少している　従って発生環境の水

温はやゝ上昇しているものとみられる。更に又，平均脊椎骨数 50.70 以上の標本数が年を追って減少している点からも，発生環境が徐々に変化していることは明瞭である。

(b) 日向灘，豊後水道域と紀南域とには地域による差が認められる。

(2) カタクチイワシの脊椎骨数

先ず全調査回について，体長級，時期を分けずに平均脊椎骨数の頻度分布を求めると，第6表を得る。調査回全体を通じての平均の発生環境には，経年的な傾向は認め難い。然し，日向灘，豊後水道域のものと，紀伊水道，紀南の水域のものとには，差が認められ，漁獲物全体としては，発生環境がやゝ異ることが明らかである。

Table 6 Frequency distribution of mean value of the number of vertebrae in Anchovy.

(x) \ year / localities	1951 HyugaNada and Bungo Suido	1952 ←	1953 ←	1954 ←	1954 Wakayamat	(t)
～.77					1	10～11
45.77～.70				1		11～12
.69～.63						12～13
.62～.57				1	2	13～14
.56～.51	10	1	4	5		14～15
.50～.45	35	15	7	6	5	15～16
.44～.39	27	11	5	8	9	16～17
.38～.33	32	20	11	8	8	17～18
.32～.26	32	25	10	16	9	18～19
.25～.20	71	52	37	31	11	19～20
.19～.14	37	29	16	13		20～21
.13～.07	16	17	12	16	1	21～22
.06～.01	11	12	4	11		22～23
45.00～.95	12	8	8	3		23～24
44.94～.89	2		4	1		24～25
.88～.83	1		1			25～26
.82～.77	1	1	1			26～27
.76～.70			2			27～28
total	287	201	122	120	46	
t	19.32	19.97	20.03	19.30	17.52	
$\bar{x}$	45.25	45.20	45.18	45.24	45.35	

カタクチイワシの産卵は殆んど周年行われているから，発生時期及び場所の異る群が成長するにつれて，何処で主として漁獲されるかが問題となる。今，体長級を～5.0cm，5.0～9.0cm，9.0cm～ の３階級に分けて整理すると，発生後，２ケ月以内，２～６ケ月，６ケ月以上という分類ができる。昭和28～29年について，上記の組分けに従った平均脊椎骨数の頻度分布を求めると，第７表となる。

Table 7 Frequency distribution of mean value of the number of vertebrae in Anchovy (allotted to body length and sea region)

year	1953					1954							
localities	Bungo Suido	Hyuga Nada			Wakayama	Bungo Suido			Hyuga Nada			Wakayama	
(x) \ B.L. cm	9.0～	～5.0	5.0～9.0	9.0～	9.0～	～5.0	5.0～9.0	9.0～	～5.0	5.0～9.0	9.0～	5.0～9.0	9.0～
45.69～.63	1	1						1					1
.62～.57													2
.56～.51		1		1			1	3	1				

.50～.45		2		2	1			2	3		1		6
.44～.39	1	1	1	2	5	1	1	1	2		2	1	7
.38～.33	2	2	2		5	3		1	1		2		8
.32～.26	4	1	3	2	10	5		4	2		4	1	8
.25～.20	7	9	9	8	4	1	2	8	10	3	4	3	8
.19～.14	4	5	2	2	3		4	3	4		2		
.13～.07	7	2	1	5	3	1	2	5	5	1	2	1	
.06～.01	1	2	2	1			1	2	7	1	1		
.00～.95	2	5		1				1	1		1		
44.94～.89	3	1						1					
.88～.83		1											
.82～.77			1	1									
.76～.70	1	1											
total	33	33	21	25	31	11	32	32	36	5	18	6	40
x̄	45,16[illegible]	45,187	45,206	45,213	45,286	45,293	45,209	45.262	45,201	45,160	45,252	45,244	45,357

	t°
45.69～.63	12～13
.62～.57	13～14
.56～.51	14～15
.50～.45	15～16
.44～.39	16～17
.38～.33	17～18
.32～.26	18～19
.25～.20	19～20
.19～.14	20～21
.13～.07	21～22
.06～.01	22～23
.00～.95	23～24
44.94～.89	24～25
.88～.83	25～26
.82～.77	26～27
.76～.70	27～28
total	
x̄	

平均体長級 5.0cm以下のもの

これは，シラス，カエリ，小羽の時代で，発生後約2ケ月以内に相当する。豊後水道内のものは，標本が4，5，6月に限られており，且つ，平均脊椎骨数の分布範囲も狭く，推定水温は 17～20°C である。

日向灘のものは，殆んど周年採集されているが，平均脊椎骨数の分布は，bimode になって，秋仔と春仔の系統の差が明らかにされている。標本数からみると，秋仔系統のものが多い。第5図によって，月別に平均脊椎骨数の分布をみると，9，10月は平均脊椎骨数少く，分布のばらつきも少い。一方，5月は平均脊椎骨数多く，且つ分布のばらつきも少い。ところが，他の月は，平均値はこの中間にあるが，分布のばらつきは大きく，発生環境からみて幅広い範囲で発生したものが混合しているのではないかと考えられる。

平均体長 5.0～9.0 cm

発生後2～6ケ月と推定される。

豊後水道内のものは 45.01～45.25 に含まれ（推定水温 20～23°C）9～12月に漁獲されたものが多い。平均脊椎骨数のばらつきも小さい。(10)

日向灘では採集数が少い。

紀南のものは，日向灘，豊後水道域のものより脊椎骨数は多く，低い水温時に発生したものと考えられる。

平均体長 9.0 cm 以上

豊後水道内では，周年を通じて（特に 29 年では）bimode になり，発生環境から，19～24°C，14～18°C の2つの時期に発生した主群があることが推定できる。第5図によって月別にみると，1～4月は前年の秋仔に由来する脊椎骨数の少い，高い水温で発生した群がとれ，5月以降は種々の発生群が混合している。

日向灘の9.0cm以上のものは，平均脊椎骨数のばらつきが大きい。これは，発生環境で幅広い範囲のものが集る結果とみられる。

日向灘のものは，unimodeで，僅かではあるが，平均脊椎骨数が春少く，秋多いという，5.0cm以下のものと逆の現象がみられる。

紀南のものは，平均脊椎骨数の分布のばらつきが小さく，且平均値は多い。従って発生環境は，内海区の他の地域に較べて低温の処にあり，群団の構成も比較的 pure なものであるらしい。

(10) この群は，成長状況と漁獲時期からみて4，5，6月頃，日向灘で産卵発生した群に対応しているのではないかと見られる。日向灘で，この時期の産卵に対応するシラスの漁獲が少いこと，又平均脊椎骨数の分布等からみて，妥当と思われる。

(3) ウルメイワシの脊椎骨数

平均脊椎骨数の頻度分布を第8表に示す。昭和26年以降，年間の差も大きくはなく，又，経年的な傾向も認め難い。

Table 8 Frequency distribution of mean value of the number of vertebrae in Round-herring.

year / localities / (x)	1951 Hyuga Nada and Bungo Suido	1952 ←	1953 ←	1954 ←	1954 Wakayama	t
～.45			1			13～14
54.43～.33	1					14～15
.32～.21			1	1		15～16
.20～.09	4	4	6	1		16～17
.08～.91	18	14	23	12	6	17～18
53.90～.85	52	21	21	10	19	18～19
.84～.73	31	10	7	10	14	19～20
.72～.61	8	9	3	4	3	20～21
.60～.49	9	5	4	3	3	21～22
.48～.37	3			1		22～23
.30～.25				2	2	23～24
.24～.13						24～25
.12～.01	1		1			25～26
total	127	63	67	44	47	
$\bar{t}$	19.50	19.33	18.80	19.04	19.20	
$\bar{x}$	53.77	53.79	53.85	53.82	53.80	

更に，日向灘，豊後水道域と，紀南のものとについても，カタクチに於ける程，差はない。

おわりに，これらの資料の蒐集はすべて鰮資源調査計画のもとに行われたものであること，従って各地の調査員，各県水産試験場係官の労苦に俟つ所，大きかったことを申添えます。報告の指導，校閲はすべて横田沿岸資源部長によるものであり，又整理，討論にに参加して頂いた沿岸資源部各職員の方に感謝します。

尚，特にカタクチイワシの成長の点に関しては，相川博士に御指導願ったものでこゝに深謝します。

摘　　要

昭和24年から30年の間にわたり，南海区沿岸の各調査地で採集したイワシ類の脊椎骨数の資料を用いて各年次についてのイワシ類の発生環境を検討した。

又，特に，カタクチシラスの資料を用いて，脊椎骨数の変異が，種族又は，発生環境の相違を検討する上に，どの程度有力な手段となり得るかを研究した。

1）カタクチイワシに於て，可及的に同一の環境条件で発生したと思われる群団の平均脊椎骨数（標本20尾）の分布の標準偏差は0.1154程度である。

2）発生条件の差を見出すためには，第1種及び第2種の過誤を考慮に入れて検定する必要がある。

3）脊椎骨数分布の分散比を検討すると，発生群団の混合状況を見出すことは，実際上困難のようである。

4）カタクチシラス（発生後1ケ月とみられる）の平均脊椎骨数の周年変化をみると，連続的に変化しており，且その極大値，極小値の時期には，該地域の水温周年変化の極小，極大値の時期から，約1ケ月遅れている。従って平均脊椎骨数は発生時の水温に支配されるとみられる。

5）カタクチイワシの主発生群は，春仔と秋仔に大別されるが，両者の脊椎骨数の差を利用して成長度を推定した。この方法で10cm位まで追求し得るが，それ以上は両群の混合のため成長度の追跡は困難となる。

6）マイワシは，南海区水域内では昭和27年から30年にかけて，全標本の平均脊椎骨数は減少していて

発生環境の水温はやゝ上昇しているとみられる。

7）カタクチについて，脊椎骨数の資料を用いて発生成長に伴う地域的な移動を追求した。

8）ウルメイワシは，今までの処，年間の差も小さく，過去5ケ年間を通じて一方的な傾向は認められていない。

南海区に於ける沿岸性洄游魚の魚種相成の累年変化 *

浅　見　忠　彦

Annual Variation of Species Composition of Fishes migrating along the Coast of Nankai Region of Japan.

Tadahiko ASAMI

Species composition of fishes migrating along the coast of Nankai Region, i.e., Southern Region on Pacific side of Japan, was studied as regards the annual variation on the basis of their yearly and monthly catches, with the following results.

1) Annual variation of the total catches of coastally migrating fishes, such as sardine, round herring, anchovy, mackerel and horse mackerel was found very small, c.v. being about 5 % in value. On the other hand, when respective species was singly examind, annual variation of the catch varies greatly. The values of c.v. amount even to 50 % in the item in question in mackerel and horse mackerel. Even the smallest one as evidenced by that of sardine rose to 11.3 %.

2) Sardine (*Sardinops melanosticta*) appears to form a comparatively closed area of resource in this sea region in view of the annual variation of species composition of the catches as staked above. Another characteristic revealed by this species is rather compast localization the centre of which shifts to and here monthly and yearly.

3) Round herring (*Etrumeus micropus*) has a biennial cycle in the size of the catch. Yet, the monthly yield stays almost unchanged in general type notwithstanding the effects exerted by other species of fishes and by environmental conditions.

4) Anchovy (*Engraulis japonica*) leads the list in size of catch as well as in annual variations of it among *iwashi* fishes. When mackerel and horse mackerel are predominant in total catch of fishes, anchovy comes lower in its yield, making up thus the size of total catch of the fishes in the region almost nearly stational.

5) Apparent westward shifting is observable in localization of the greatest catch of mackerel and horse mackerel. Monthly shifting of it shows an almost constant type in each year and in each region, a fact which tells a rather steady peculiarity existing in it.

は　し　が　き

イワシ類その他の沿岸洄游性重要魚類の漁獲量については，農林省統計調査部が，そのすぐれた組織によって，資料を蒐めている。更に日向灘，豊後水道域については，横田[1]によって農林統計，各県水産課の統計資料が集録されている。これらの資料によると，南海区の漁獲統計について最も注目される点は，イワシ類その他の沿岸重要洄游魚の合計量については年変動が非常に小さい(変動係数 5.0 %) ということである。(第1表参照)

これは，沿岸性洄游魚の群聚全体についての資源量が，比較的年変動が少いということと，漁業の性格上

---

* 南海区水産研究所業績　第74号

(1) 横田滝雄，1953：南海区水産研究所報告，(2)

この海域では単一魚種のみを対象にしていないこと，及び漁業のもつ生産力が，全産業と平衡を保って，毎年ほゞ一定であるため，漁獲量としても年変動が小さくでるものと考えられる。

以下，漁獲量の変動の一つのあらわれとしての魚種組成の変化について検討を加えた。

Tadle 1　Annual landings of coastal commeicially important fishes on Nankai regional coast. (unit 10^3 KAN)

	Ground total	Sardine (Pilchard) (a)	Round herring (b)	Anchovy (c)	'Sirasu' (d)	(a+b+c+d)	Mackerel (e)	Yellow tail (f)	Horse mackerel (g)	(a+b+c+d+e+g)
1951	*(42,578)	(5,620)	(2,399)	(12,039)		(20,058)	(791)	(2,020)	(3,369)	(24,218)
52	49,481	4,058	1,418	11,393		16,869	2,056	2,094	8,028	26,953
53	46,940	4,217	2,289	7,347	733	14,586	2,362	1,693	10,196	27,144
54	44,753	4,517	1,549	9,010	850	15,826	4,618	1,364	3,653	24,197
55	46,759	4,515	2,573	13,764	1,188	22,040	1,827	1,300	3,383	27,250
total	230,511	22,927	10,228	53,553		89,379	11,654	8,471	28,629	129,762
mean	46,102	4,585	2,045	10,710		17,875	2,331	1,694	5,725	25,952
S.D.	±2,308	±0.542	±0.468	±2,268		±2,756	±1,257	±0.300	±2,849	±1,424
c.v.	5.0%	11.3%	22.9%	21.2%		15.4%	53.9%	17.7%	49.6%	5.5%

* ( ) : April 1951 to March 1952.

§1.　魚種組成及びその累年変化

農林省統計調査部の資料（第1表）によると，南海区（太平洋南区）全域の魚類総漁獲量は，最近5ケ年間で，46,102±2,308千貫，イワシ類では，17,875±2,756千貫，アジ，サバ，イワシ類の合計は，25,952±1,424千貫で全漁獲高の約半分を占めている。第1表で明らかな通り，総漁獲量及び，沿岸洄游魚の合計量としては，比較的年変動が小さく，単一魚種についてみると年変動が大きい。

一方，南海区のイワシ類の漁獲高の累年の変化と，全国のそれとを比較して，横田は前者は後者に比して変化は少いとしている。（明治32年〜昭和26年）このことは，イワシ類が，南海区に於ては，全国におけるよりも，漁業という立場から長期間に亘って，基本魚種であると言い得る。筆者はこゝで洄游魚群聚の中で，資源的にも基本魚種であると仮定したい。基本魚種にどういう特徴なり性格を考えるかについて次に述べる。

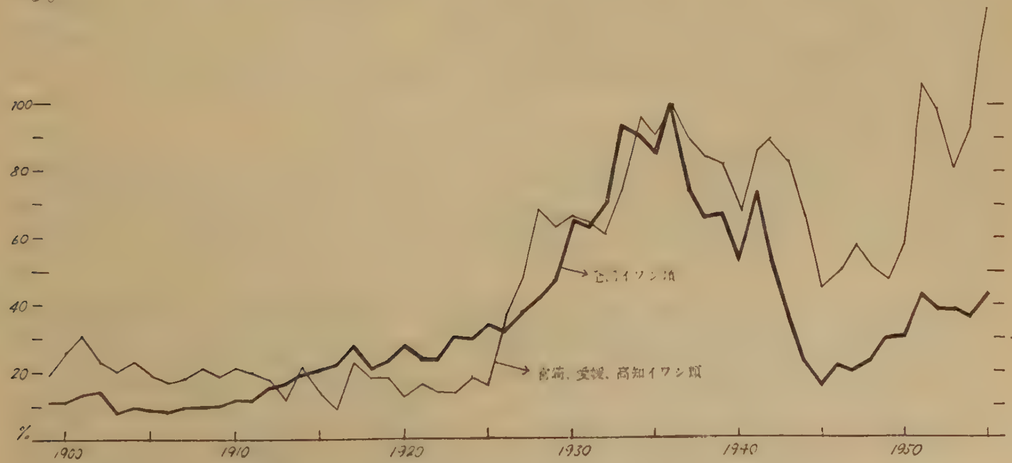


Fig. 1　Yearly landings of *Iwashi* (1899〜1955)

—— gross total　—— total of Myazaki, Ehime and Kochi.

unit : Percent of catch against that of 1936.

最も，著しい特徴として，魚種組成の変動の緩衝作用を引き受ける様に見られることである。近年に於ける南海区水域でのアジ類及びサバ類の急激な且つ，一時的な増加はこのイワシ類の緩衝作用によって起り得たと考えられる。

即ち，第1表で明らかな通り，アジ及びサバ類の漁獲量の年変動の変異係数は非常に大きく，且つ，それらの魚種の卓越する年数は短い。そしてイワシ類の漁獲が再び増大している。

第1図に全国のイワシ類の漁獲高の永年変化と，南海区のそれ（資料の関係で高知，愛媛，宮崎の3県のみとした）を挙げる。南海区に於けるイワシ類の増加は，全国と同じ時期であり，昭和11年を Peak としていることは全国と同じである。しかし，その後の戦中，戦後の社会的な現象による漁獲高の減少は，全国のイワシの減少程鋭くはなく，昭和25年以降，急激に回復し昭和27，28，29年の中だるみはあるが，30年は最高の漁獲をあげている。この中だるみはアジ・サバの卓越によって起った一時的な緩衝現象であると考えられる。

然し，このイワシ類の魚種組成の内容をみると，往年に於てマイワシが衰退して，カタクチイワシが擡頭したことは，全国（特に太平洋側）に於ても，南海区に於ても同様である。そしてイワシ類の基本魚種としての価値もマイワシ・ウルメ・カタクチでそれぞれ異る。漁獲量の年変化からみれば，南海区に於ては，カタクチが，最もアジ・サバ種に対して緩衝作用をもち，マイワシは影響は少いと考えている。ウルメは，この種独特の年変動（隔年変化）があるものと考えられる。

§2. 最近に於ける魚種別漁獲高の年変化

昭和26年から30年までの漁獲高を統計調査部の資料を用いて検討してみよう。第1表に示した各魚種について変異係数の大きい方から並べると，サバ類・アジ類・カタクチ・イワシ類・ウルメ・マイワシ・イワシ・アジ・サバの計，総数となる。サバ・アジ類が突発的に卓越すると，イワシ類特にカタクチイワシに影響を及ぼした形となり，イワシ・アジ・サバの全体としては年変動が小さいことを示している。

魚種組成の変化は，海区の合計量のみについて，考察さるべきものではなく，海区相互，及び海区内の小地域別についても検討されなければならぬ。それは，

（a）魚種組成の変化が，地理的にある方向に移動する傾向が認められるかどうかということ。

（b）更に海区内についてみた場合には，魚種組成の変化であると見られることでも――例えば南海区でカタクチイワシがアジ・サバの卓越によって減少したと見られていることでも――海区相互間の関係とみることによって，ある単一魚種が，他の海区へ偏在したことが認められるかも知れぬこと。

などを検出できるからである。

イワシ類・アジ・サバの海区間の関係を第2図（a〜e）についてみる。

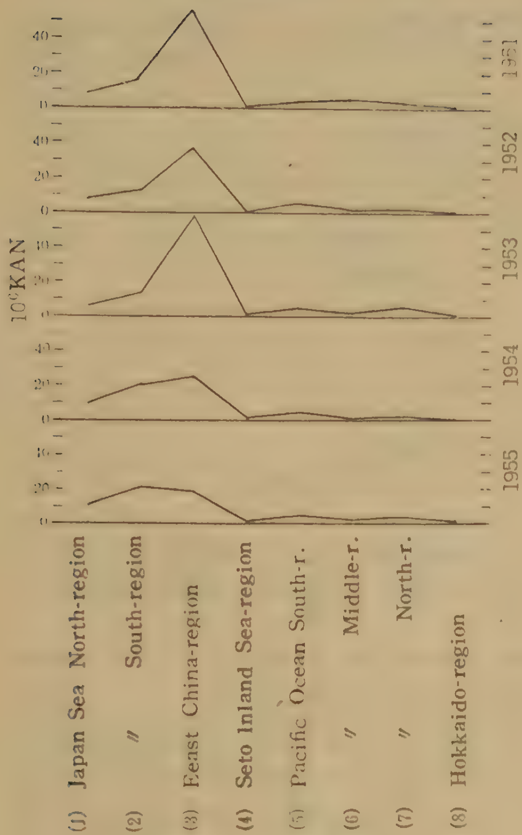
マイワシ …… 全国的には，年々減少の傾向を辿っており，最も衰退の著しいのは，西海区(東支那海区)である。南海区は全国及び他の各海区の一方的な減少に反して，年々殆んど Constant な漁獲量を示していることは注目に価する。これはこの海域が，現在の処ある程度独立したマイワシ資源区域であることを示している。

ウルメイワシ …… ウルメは南海区域では，隔年周期を示している。対馬暖流域では，日本海西区と東支那海区との合計値は，南海区と全く同様の隔年周期で変動しているが，日本海西区の漁獲が増加している。

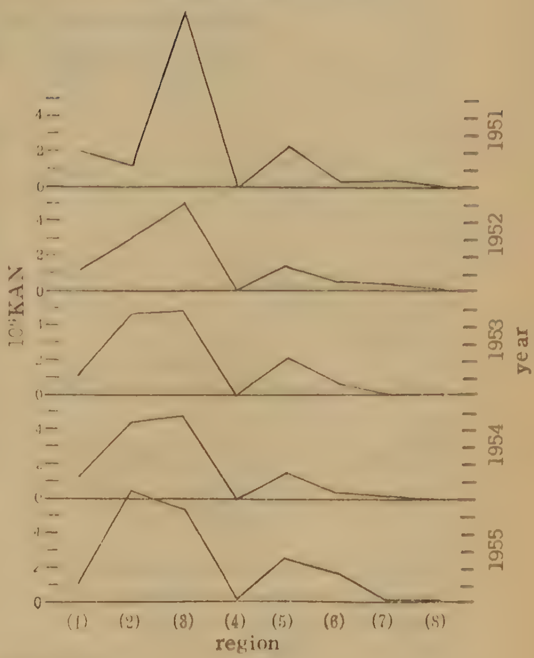
太平洋側の東海区と南海区の変動をみると，昭和30年のウルメの卓越した年は，南海区域のもつウルメの収容範囲を越えたために東海区域にまで達したと考えられるような見かけ上の変化を示している。南海区の30年に於けるウルメの漁獲は夏季，秋季の小中羽によるが，東海区もほぼ，同体長級のものと考えられる。

カタクチイワシ …… 南海区とその隣接海区の漁獲高について，逆相関は認め難く，むしろ順相関の方が大きいので，カタクチイワシの変動は海区間の相互補償的なものではなくて，海区を通じて同じ傾向の認められる変動ということができる。

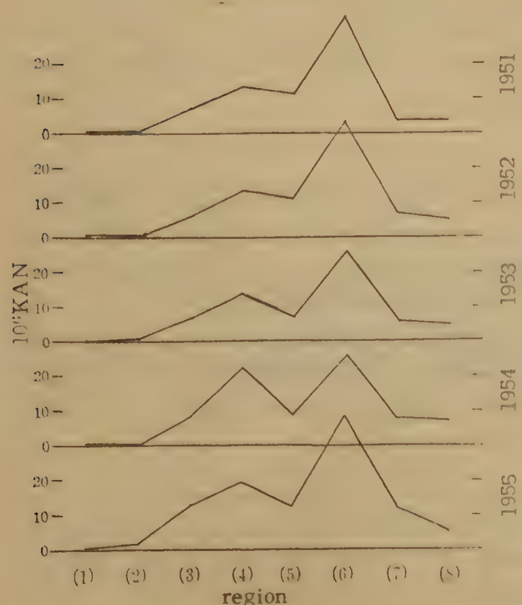
(a) Sardine



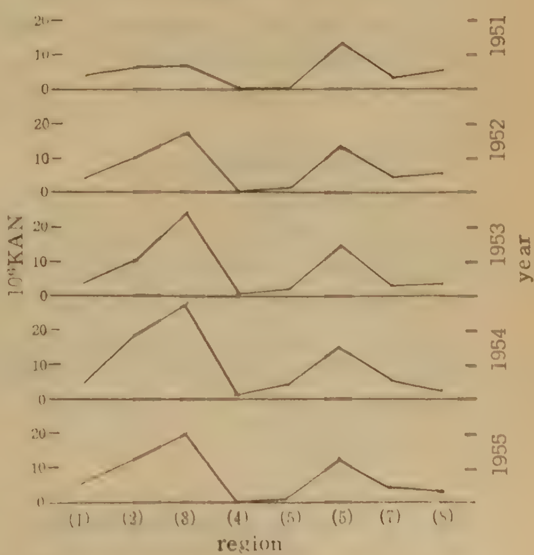
(b) Round herring



(c) Anchovy



(d) Mackerel



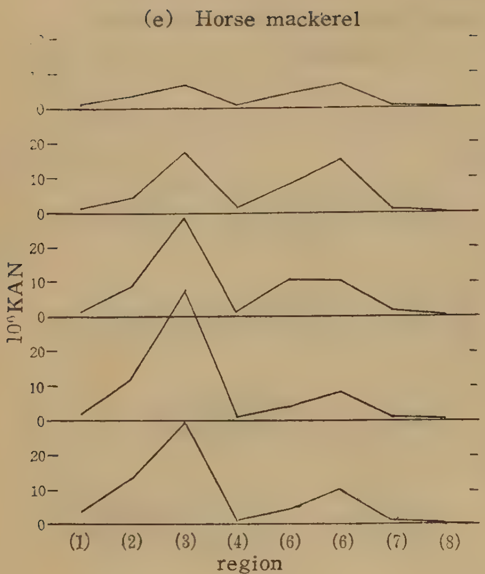


Fig. 2 Yearly and regional catch

§3. 魚種組成の平年型について

前節で述べたように，魚種組成が経年的に変化しており，且つ，その変化が各魚種に対して異った形で現れている。従って，沿岸洄游魚の魚種組成の一般型として，あらゆる要因による結果としての平年型を求めることは仲々困難である。しかも，現在吾々のもっている資料の範囲では，

（a）魚種組成の変動が，ある仮想の平年型の周りを確率変動しているものか。

（b）又は，魚種組成の変動が可逆的で，平年型を中心に，ある周期を以って変動しているものか。

（c）全く非可逆的に，一方的な方向へと進んでいるものか。

それらの何れとも判断し難い。然し，単一魚種の年変化を検討することによって，その魚種の年変動が確率変動であるか，周期をもっているか，又は特異現象（特別に卓越する年）に支配されるかについての大凡の目安は得られる。

最近5ケ年間の漁獲統計によると，各魚種の漁獲高が，特異の年に大きく影響されているので，対数正規に近いと考え魚種組成の平年型を幾何平均によって求めた。

	平年漁獲高	%
総　　数	46,020	1,000
イワシ・アジ・サバの計	25,910	561
イワメ類の計	17,670	383
マイワシ	4,552	99
ウルメ	1,972	43
カタクチ	10,450	226
サバ	2,005	43
アジ	5,098	110

§4. 魚種組成の変化の現象

魚種組成の変化の現象を摑む手段として，単一魚種の漁獲量の変化を追跡して，あらゆる要因による結果の綜合としての周期性を見出すこと，又，他のどの様な現象を伴ってあらわれるか（相関現象）について検討すること等が考えられる。こゝでは，先ず単一魚種の漁獲量の変化について考察を進めた。

（a）各魚種の月別漁獲量の変化

各魚種の月別漁獲量は，それぞれ1年を周期として，[(2)] 大体一定した月を漁獲の peak として変動している。この毎年ほぼ同じ形で訪れる盛漁期の位相のずれと，その振幅の大小が，その年の漁獲の特徴として示されるわけである。この特徴を各地域について，地理的な相違をみることによって，漁獲の推移の型を知ることが出来る。南海区及び東海，南海，西海，内海について月別漁獲量の推移を検討した。

マイワシ …… 南海区に於ては，夏から秋にかけての巾着網による漁獲が主である。従って漁獲の月変化の大勢は，この巾着網の漁獲の変化によって決定される。過去5ケ年間の漁獲の推移は，年によって異った形を示し，特に28年，29年に於ける変形は著しい。これは，年変化の項でも述べた様にアジ・サバの卓越によるものと考えられる。[(3)]

---

(2) これについては，黒木敏郎氏の研究がある。

(3) アジ・サバの卓越の影響をうけているにしても，カタクチとは異った形でうけていることは注目される。

西海区のものは，冬の大羽と，夏以降の小中羽との２つの漁獲の山があるわけであるが，南海区全域のマイワシの月変化を通じて言えることは，海区全体を通じて年１回の強力な漁獲の周期がないということである。何れの海区についても，他の何らかの作用によって月別漁獲量の推移の型が乱されているということが言える。

(a) Sardine

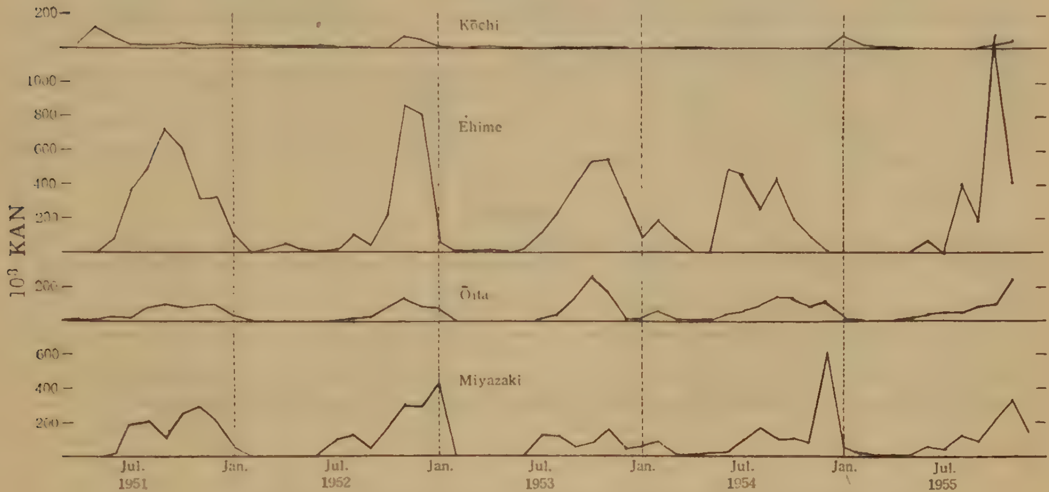


Fig. 3 Catch allotted to month and Prefecture, 1951～'55

第3図（a）に示した南海区内での各地域毎のマイワシの月別漁獲量によってみても，全海区を通じた月別漁獲量の推移よりも，漁獲の peak がはっきりしているが，これも毎年のものについて強力な漁獲の推移の周期が存在するとは言えない。小地域について毎年の漁獲の位相も振幅も異るし，又，地域差による漁獲の山のずれも，年によって変化している。このことは，マイワシの漁獲が，現在に於ては，地域性の強いもので全海区的な拡がりをもつものではないこと，及び他の魚種（特にサバ・アジ）が強力な影響を与えることを示すものであろう。一方，漁場の地域性が強いことを物語っている。

ウルメイワシ …… ウルメイワシの漁獲の年変化が南海区では隔年周期であることは，前節で示した通りである。月別の漁獲量の変化は，夏季の小中羽と，秋の大羽による，１年を１周期とした変化の合成と考え

(b) Round herring

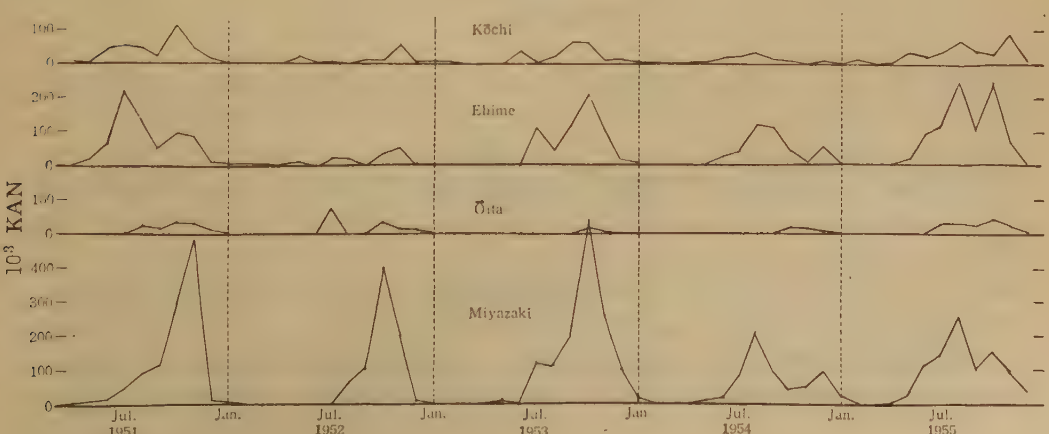


Fig. 3—

られる。各県別にこの月別変化を観察すると，漁獲の山は，毎年同じ時期にはっきりとあらわれており，マイワシに於て見られたような月別漁獲量の推移の型の変形はなく，従って，他の魚種又は環境要因の変化による強力な影響は少いものと考えられる。

注目すべきことは，昭和30年に於て，東海区（特に静岡）の漁獲が南海区と類似していることである。

前節で述べた様に，太平洋側では，南海区にウルメの主群があって，それが隔年周期をし，昭和30年に於て棲息域の拡大を示して，東海区にあらわれたのではないかということ，対馬暖流側では東支那海区と日本海西区とが，1海区的となって，隔年周期を示している。

カタクチイワシ …… 南海区に於ては，カタクチイワシの漁獲量の年変化が，イワシ類の各種の中で最も大きいことは前述の通りである。カタクチの漁獲の少かった昭和28年，29年には，アジ，サバが卓越している。前述の魚種相互の変動の緩衝作用の基本魚となるのがこの種であると考えてよい。この魚種のもつ，

(c) Anchovy

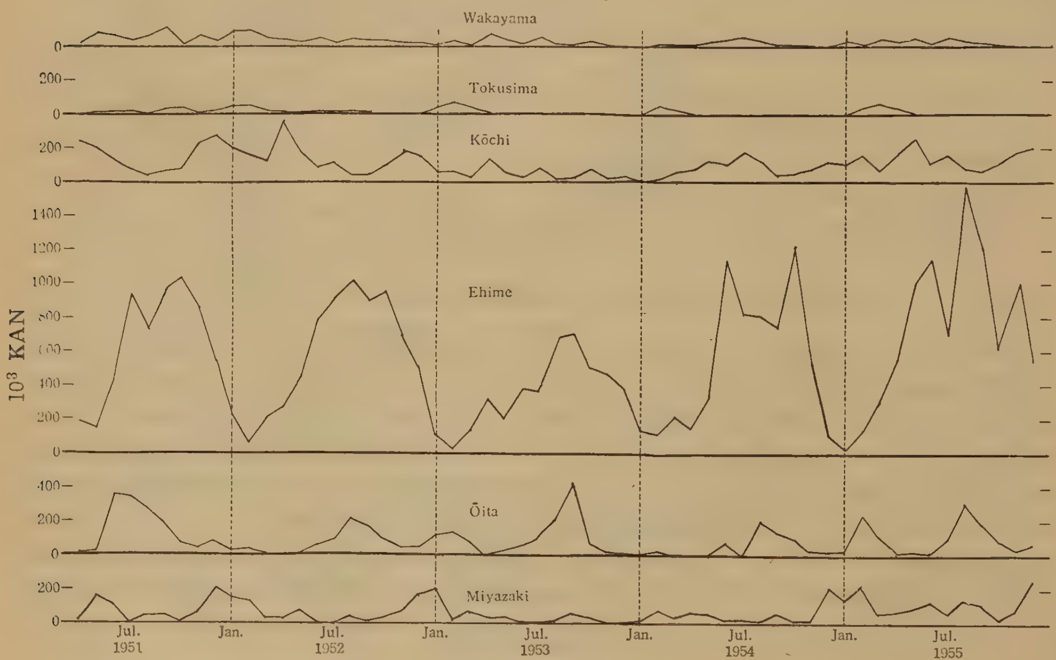


Fig. 3—

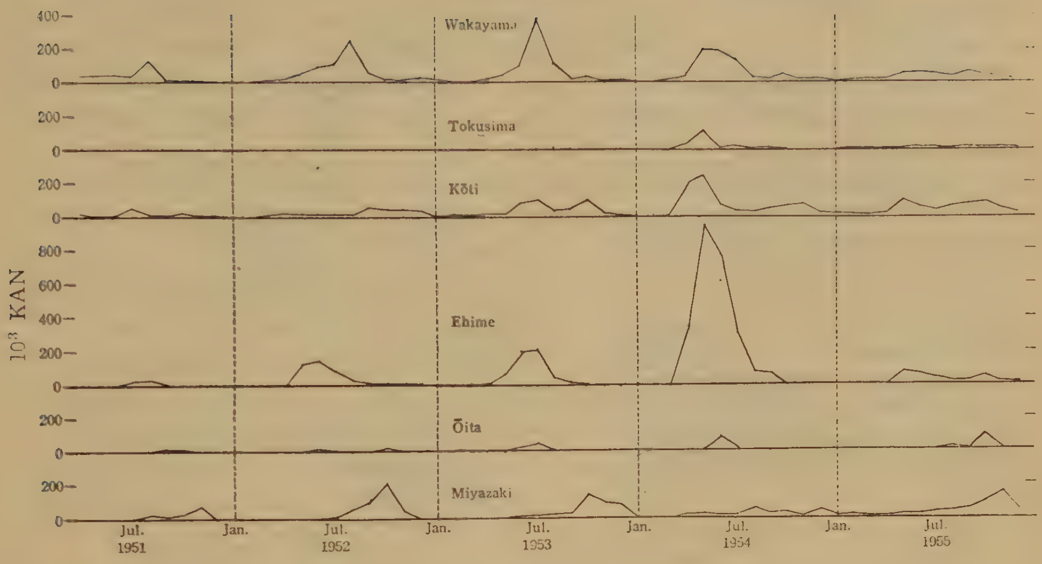
月別漁獲量の推移の複雑な変化は，この緩衝作用による結果と，漁獲の地域性による変化との複雑な合成によるものであろう。

海区別にみた月別漁獲量の変化は，カタクチイワシの地理的な source が，南海，西海にあること，そして周年変化の鋭敏な北方地域に向って，魚種としての棲息域の拡がりをのばしているという現象が想定される。そしてこの種の棲息ないし洄游の末端域である東北，北海道，又は内海区で，鋭敏な盛漁期の山（周期の山）をもっている。

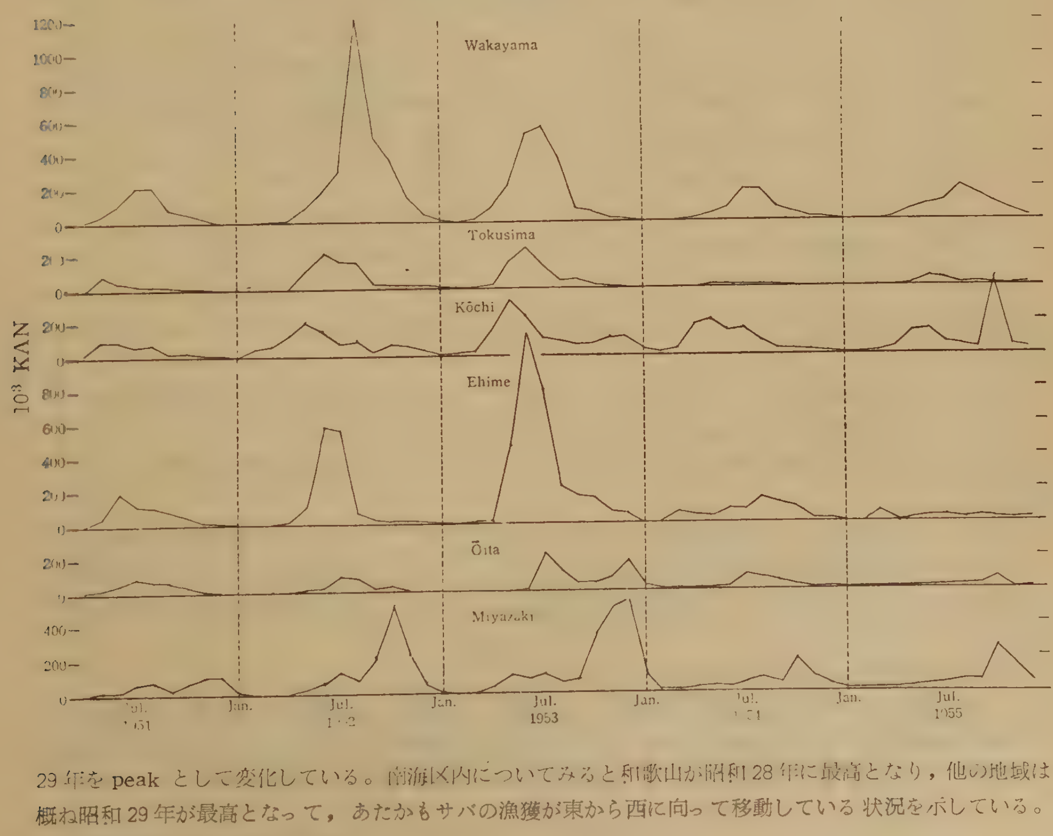
サバ（マサバ，ゴマサバを含む）…… サバ類は，南海区に於てアジに次いで大きな年変化が認められる。他の隣接海区と比較して南海区は，漁獲量の絶対量が少く，且つ年変化が大きいから，サバに関しては，棲息域の末端（漁獲域の末端）であるという考え方が成立つ。更に月別漁獲量の推移が単調であることから，この魚種のもつ月別漁獲量の推移の基本型が，少くとも南海区内では他の魚種によって影響されることはないことを示している。

漁獲高の年変化の形を図示すると，第4図の様に，東海区に於ては殆んど変化なく，南海区，西海区では

(d) Mackerel

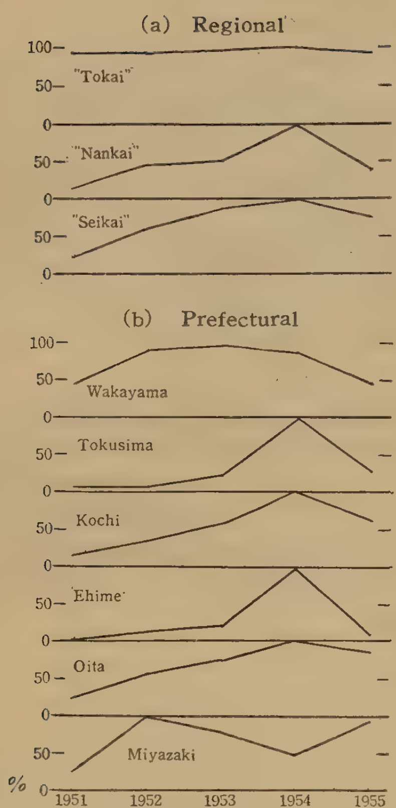


(e) Horse mackerel



29年を peak として変化している。南海区内についてみると和歌山が昭和28年に最高となり，他の地域は概ね昭和29年が最高となって，あたかもサバの漁獲が東から西に向って移動している状況を示している。又，宮崎の場合は他の場合と異る。

南海区に於いて，28年にサバが卓越した現象は，サバの棲息域の拡大によるか，又は移動洄游の途次の環



unit : Percent of the landing against its top.

Fig. 4 Annual variation of Mackerel catch.

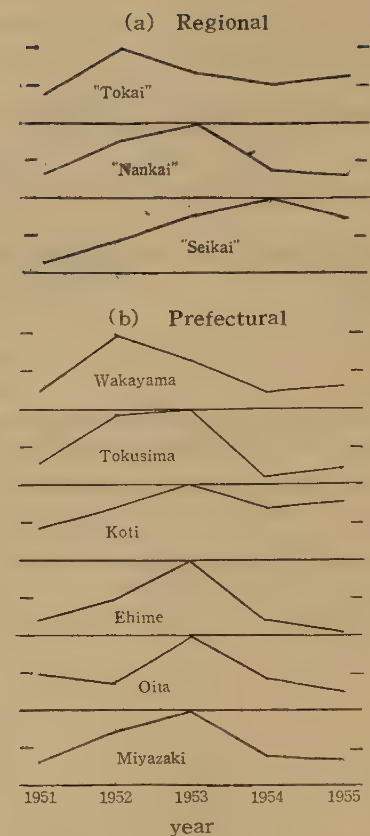


Fig. 5 Annual variation of Horse mackerel catch.

境の変化にともなう滞留量の増大によるものと考えられる。見かけ上の棲息域の拡大の方向は，東海→南海である。

アジ …… 漁獲統計には，ムロアジも含んでいるために，これを考慮する必要がある。西海区，宮崎，大分，高知に於ける下半期の漁獲の peak は，主としてムロアジによるものである。

年変化の型の地理的な移動の概略は，第5図の如くなって，見掛上の漁獲の山の移動は，東海→南海→西海となる。

前項のサバ類と同じく，この類の卓越した年は，イワシ類，特にカタクチイワシの漁獲量は減少している。アジ類の月別漁獲量を見ると明瞭な Peak を示していること，及びこの時期にカタクチイワシの漁獲の推移が変えられていることから，アジ類の卓越が原因となって，カタクチの漁獲の変化を与えているものと見られる。

県別にみた漁獲の山の移動は，和歌山→宮崎方向となっている。

アジ及びサバの何れも漁獲高の年変動係数はイワシ類に比して大きいことは前述の通りで，このことは，この両種が南海区沿岸域では Visitor であることを物語るものではなかろうか。従って，この海域で定着して毎年安定した漁獲を与える部分はサバ・アジ類のうちの極く僅かであるという推定が成立つ。

§. 要　　　約

南海区水域沿岸（太平洋南区）に於ける沿岸性洄游魚族の年次別及び月別の資料を用いて，魚種組成の変

化を検討した。

1）沿岸性洄游魚族（マイワシ・カタクチ・ウルメ・サバ・アジ・ムロアジ）の総漁獲量の年変動は非常に小さく，c.v 5％程度である。これに反して単一魚族の年変動は大きく，サバ，アジは c.v 50％，最も変動の小さいマイワシで11.3％である。

2）漁獲物の魚種組成の年変化からみて，マイワシは，この海域では比較的閉塞された，資源区域を形成していることがわかる。

又，海区全域を通じての年変動は，単一魚族のうちで最も小さいが，海区内での偏在性は強い。従って，月別漁獲量の推移の型が，各地域によって異り，又，年によっても変化が甚しい。

3）ウルメイワシは，漁獲の上では，隔年周期を示しており，月別漁獲量の推移の型からて，他の魚種又は環境要因の変化による強力な影響はないと考えられる。

4）カタクチイワシは，イワシ類の中では漁獲量も多く，又年変動も最も大きい。年変化の上から，アジ類及びサバの卓越した時は少くなっていて，魚種組成のいわば緩衝作用を引うけている種である。月別漁獲量の推移の型が，年次によって，地域によって多種，多様であるのは，この作用によると考えられる。

5）アジ類及びサバ類の漁獲量の変化を海区別にみると，地理的に移動する方向性をもっている。見掛上東から西へ動いている。又，月別漁獲量の推移は，毎年同一の型を示し，地域によっても相似た型であるため，この魚種の漁獲量の変化は，他の魚種に影響されることが少いと言える。

参考文献及び資料

1）南海区水研，1954：昭和28年南海区鰮資源調査報告

2）　〃　，1955：〃 29　〃

3）横田滝雄，1953：南水研報告，(2)

4）農林省統計調査部：海面漁業浅海養殖漁獲統計表 昭和26年〜29年

魚群量の季節変動及び分布について * (1953~1955)

神 浦 藤 雄

Seasonal Variation and Distribution of Fish School Amounts. (1953~1955)

Fujio KAMIURA

(1) The material were obtained by purse seine compared with seasonal variation of fish school amount. The above two items go usually almost hand in hand, but the relation did not hold true in 1954 when ocean conditions varied greatly.

(2) The horizontal distribution of fish school is somewhat localized in January to June. But such is not the case with July to December.

(3) Discovery rate of fish school against number of examination amounts to 54.4 %. It stands in close agreement with success rate of the seine operation which is 55.1 %.

Seasonal variation of fish school amount of Anchovy tallies well with that of number of eggs obtained.

緒 言

魚群探知機を使用して，海洋中を游泳するイワシ魚群の分布状況及び，資源量を推定しようという試みは横田[(1)]の構想により，昭和26年7月より南海区にて魚群調査が行われ，その結果イワシ群の季節的な分布状況及び，資源量が今迄よりも適確に推定されるようになった。

これについては，横田[(1)]によって詳しく報告されているところであるが，本報告ではその後（昭和28年～30年）について，豊後水道及び日向灘海域に於けるイワシ群の季節的変動及び分布等について報告する。

尚，本報告は，横田滝雄部長及び，浅見忠彦技官の御指導に与ったことを深く感謝する。

I. 魚群量の季節的変化について

1） 調査の方法

調査定線は Fig.1 の通りで，昭和26年7月に設定され E，D，C（^{1}～$_{6}$）海区は，それぞれ愛媛県，大分県，高知県の各水産試験場の調査海区であり，C，D海区は南海区水研延岡支所の調査海区で，この各調査海区について，出来る丈同一時期（原則として毎月下旬）に毎月1回調査をすることになっている。各調査線の間隔は5浬毎となっている。

E，D，C^{1}～$_{6}$ 海区は欠則が多いため，本報告では参考程度に止め，年間を通じての検討は，B，C海区によった。

魚群量は，これら調査線の航行に当って，魚群探知機を連続的に作動して，その魚探記録の映像より魚種を判定し，魚群量を計算した。

---

* 南海区水産研究所業績 第77号

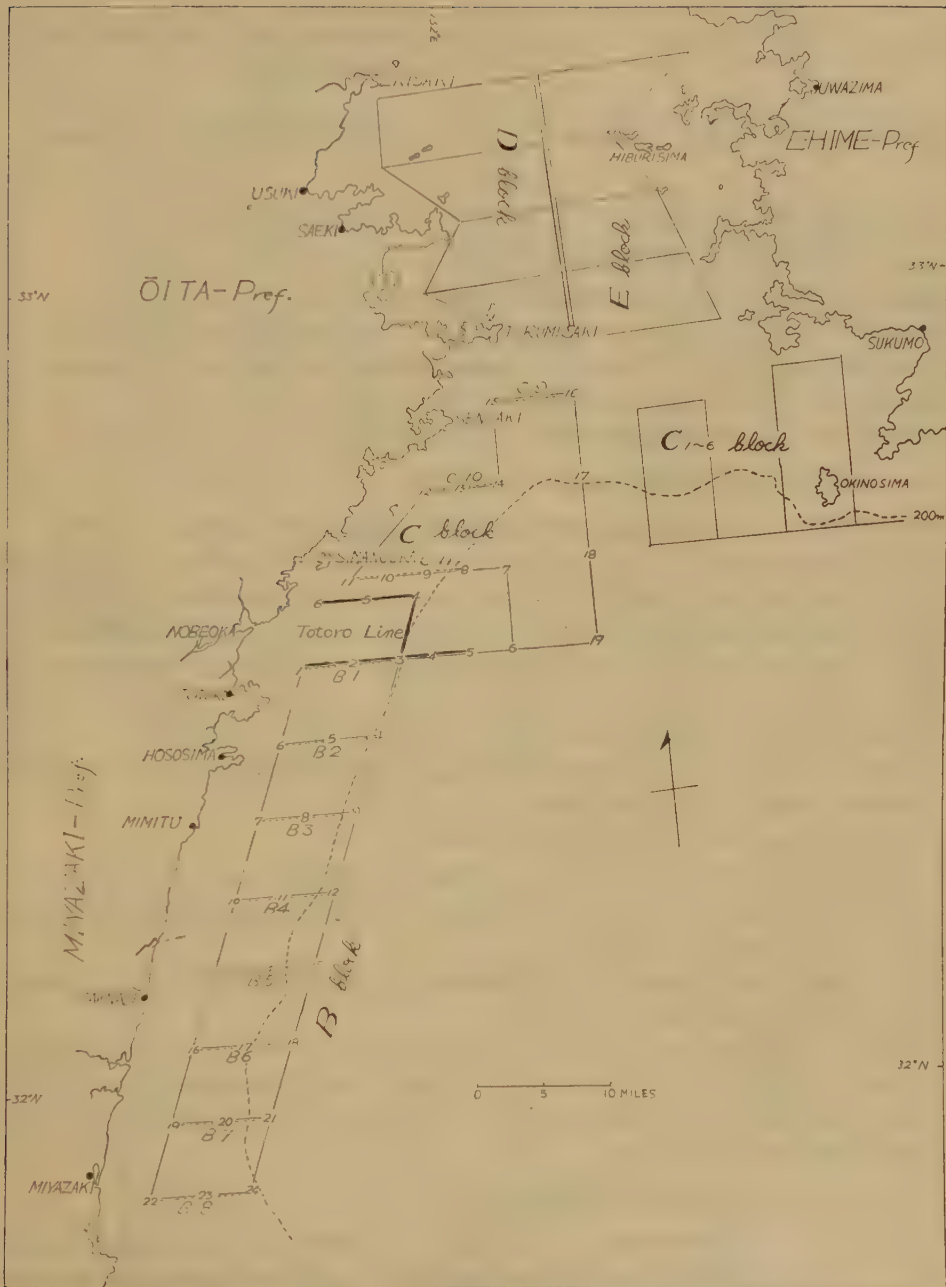


Fig 1 Map showing Blocks

計算した魚群量の推定式は，横田[(1)]の

$$x_j = L \times H \times D \quad \cdots\cdots \text{単位魚群の量（}j\text{：魚群番号）}$$

$$x_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \quad \cdots\cdots \text{測線の魚群量（}i\text{：測線の番号）}$$

$x_i\sum\frac{Bi}{(x_{i-1})-(x_i)}$ ………………………………… 測線 $i-1$ と i との間に分布する魚群量
（Bi：測線間隔）

$\sum x_i\sum\frac{Bi}{(x_{i-1})-(x_i)}$ ………………………………… 全調査海区の魚群量

但し，L：魚群長（浬），H：魚群高（米），D：記録濃度（1・2・3）の方法によった。

2）昭和 28 年に於ける魚群量の季節的変化について

B海区及びC海区に於ける昭和28年の総魚群量の推移を見ると，Fig. 2－1 のようになる。

この年の魚群量の最大のピークは，1月より2月頃にあり，その計算魚群量は 980 となっている。この時期は，魚群は日向灘沿岸を南下しつつあり，イワシ揚操網漁期の前年度の終期にあたり，魚群の減少に並行して漁獲量も減少している。その後7月に魚群量は増大している。

この年の7月〜12月の魚群量と漁獲量の移行は，平行的な傾向を示していることがうかがわれる。

3）昭和 29 年に於ける魚群量の季節的な変化について

前年末より昭和 29 年1月には魚群量の急激な減少と共に，漁獲量も大巾に減少している。

昭和 29 年の魚群量の最大のピークは3月の 143 で，28 年の約 1/7 である。この年は，イワシ揚操網操業開始時の7月頃の魚群量の小さいのが注目される。この年は，以下の種々な変調が認められた年である。

先づ，イワシ類が豊後水道内外側部に集まる7月に毎年実施される豊後水道一齊調査の結果によって，その年のイワシ漁況が推察されるのであるが，昭和 29 年夏季の調査によって例年にない変調が認められた。それは，

a）中羽マイワシ群が全く探知出来なかった。

b）中羽ウルメ群が，例年ならばこの時期には豊後水道入口の鶴見崎東方海域に分布しているのであるが本年は豊後水道の奥深く大分県臼杵湾口で探知された。

c）ムロアジ類が混合した大羽ウルメ群が日振島近海に来游していた。

d）その他に，当時の豊後水道の水温分布よりして暖流勢力の圧迫が強大であった。

等があげられ，B，C 海区の7月，8月にてもそれと類似していて魚群量は少く，昭和 28 年同期の魚群量（約 95.0）に比し 1/10 以下の約 7.8 であった。

9月には，魚群がE海区よりC海区に南下し，このためB，C海区の魚群量は増大した。（この期間のB，C海区と，E海区とは対蹠的な増減を示している）

9月を頂点として魚群量は減少して，11 月を谷として 12 月には急増している。この増大の一因としては，この年の暖流勢力の強大により，中羽マイワシ，ウルメの主群が春夏季に豊後水道に集らずに土佐湾に洄游していた群が，土佐湾の東部よりの冷水帯の発達に伴い，足摺岬を廻って11月下旬から12月〜1月にかけてB，C海区に大量に来游したものである。[3]

4）昭和 30 年に於ける魚群量の季節的変化について

この年は，1月より7月の間は魚群量に大なる変化はなく，その間6月に小さな谷が出現しているが，これは暖水帯の圧迫と共に魚群の大部分は調査区域外（沿岸寄に）に押されたため調査線上での記録は少量しか見られなかったが，実際の魚群量はこの量よりも相当上廻るものと思われる。

本格的な揚操網操業開始期の7月の魚群量は約 503 で，調査開始以来最も多量に探知された昭和 28 年7月の魚群量の約5倍となり，7月としては例年に見られない大量の魚群が出現したことを示している。尚，この年の豊後水道一齊調査[4]に於いても該調査開始以来，最も多量の魚群量を記録した。

7月以降の魚群量の変移は，その減少率が大きく，11月に谷が現われ，12月には急増している。このB，C海区の 11 月の谷は，E海区では 10 月に出現しているが，この両海区の谷の移行に約1月のズレがあり，E海区よりB，C海区へ魚群が洄游したことの一端を示している。

Table 1 Fish school total amount on B and C block in 1953~'55.

year / block / month	1953			1954			1955		
	$C_{7\sim12}$	$B_{1\sim8}$	B+C	$C_{7\sim12}$	$B_{1\sim8}$	B+C	$C_{7\sim12}$	$B_{1\sim8}$	B+C
Jan.	512.000	441.704	953.704	0	2.725	2.725	187.750	20.689	208.439
Feb.	557.107	424.562	981.669	0	15.695	15.695	308.756	163.355	472.111
Mar.	106.762	30.623	137.385	77.228	66.506	143.734	256.995	154.645	411.640
Apr.	10.585	47.579	58.344	8.577	124.666	133.243	267.592	499.365	766.957
May	0	35.821	35.821	10.074	53.936	64.010	377.905	103.551	481.456
Jun.	3.905	73.409	77.314	5.621	6.971	12.592	2.847	95.694	98.541
Jul.	57.964	37.351	95.315	0	7.799	7.799	430.581	72.846	503.427
Aug.	0	41.595	41.595	4.161	19.783	23.944	213.303	90.626	303.929
Sep.	29.309	6.547	35.856	92.055	9.107	101.162	157.616	18.102	175.718
Oct.	2.518	35.903	38.421	4.526	34.982	39.508	24.357	37.012	61.369
Nov.	0	18.469	18.469	8.906	4.136	13.042	0	6.165	6.165
Dec.	0	5.287	5.287	125.728	27.807	153.535	233.490	20.256	253.746
Sum	1280.150	1199.030	2479.180	336.876	374.113	710.989	2461.192	1282.306	3743.498

Table 2 Average in three year of fish school total amount on B and C block.

block / month	C	B	C+B	block / month	C	B	C+B
Jan.	233.250	155.039	388.289	Jul.	162.848	35.998	202.180
Feb.	288.621	201.204	489.825	Aug.	72.488	50.668	123.156
Mar.	146.995	83.934	230.919	Sep.	92.993	11.252	104.245
Apr.	95.584	223.924	319.514	Oct.	10.467	35.965	46.432
May	129.326	64.436	193.762	Nov.	2.968	9.596	29.225
Jun.	4.124	58.691	62.815	Dec.	119.739	17.786	137.522

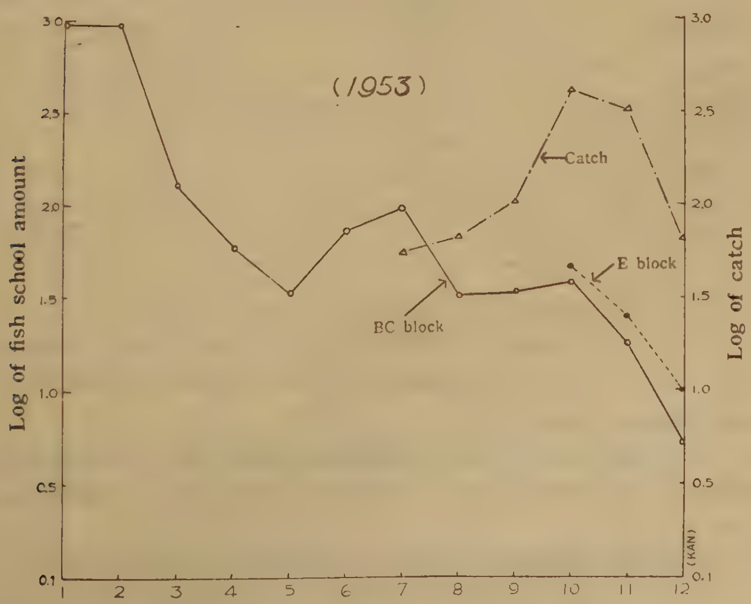


Fig. 2-1

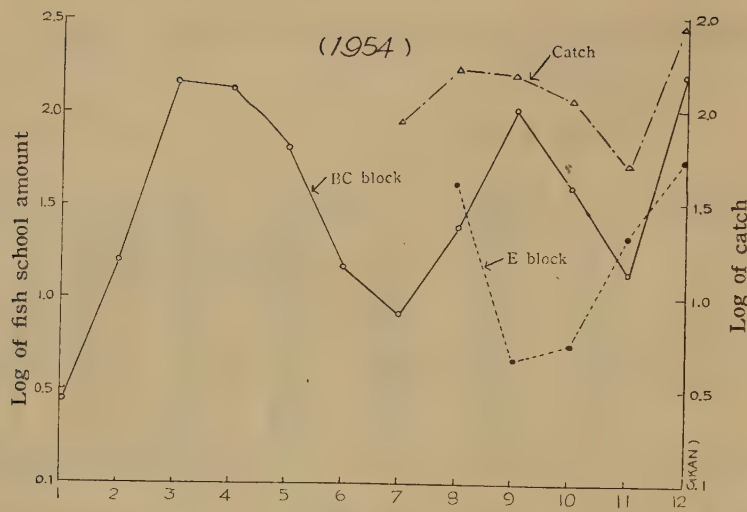


Fig. 2—2

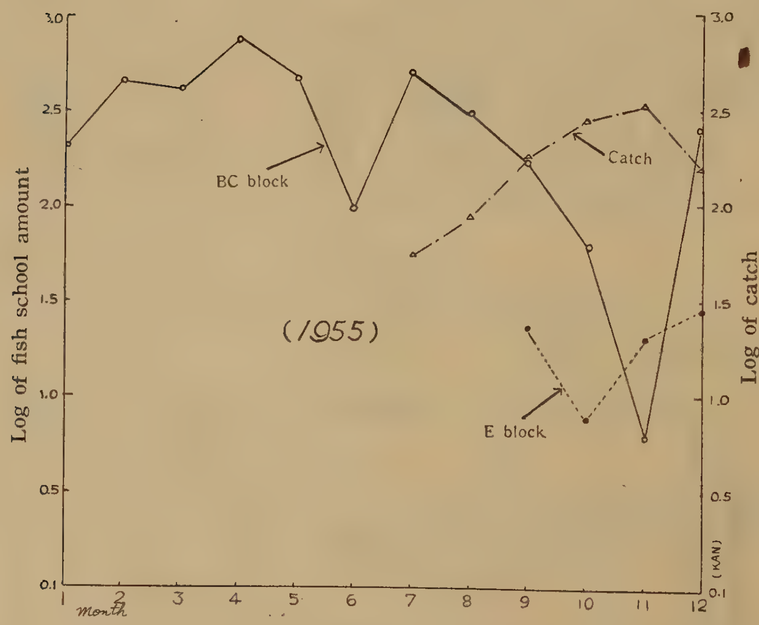


Fig. 2—3

Fig. 2 1〜3 Monthly variation of fish school amount on black BC.

5） 魚群量の季節変化の平年型について

昭和 28 年より 30 年に於ける，1 月より12月に至る期間の月別総魚群量の３ケ年の平均値を以って平年型とし，これを図示すると Fig. 3 のようになる。この図より，一般に１月より月を経るに従って魚群量が減少していることがわかる。

B，C海区別に見て，海況の変動の多いC海区は月による魚群量の変動の巾が大きくなっているが，B海区は変動の巾は小さくなっている。又，B海区とC海区に於いて魚群量の山と谷が交互に出現していることが認められる。11月はB，C海区共に大きい谷が出現している。

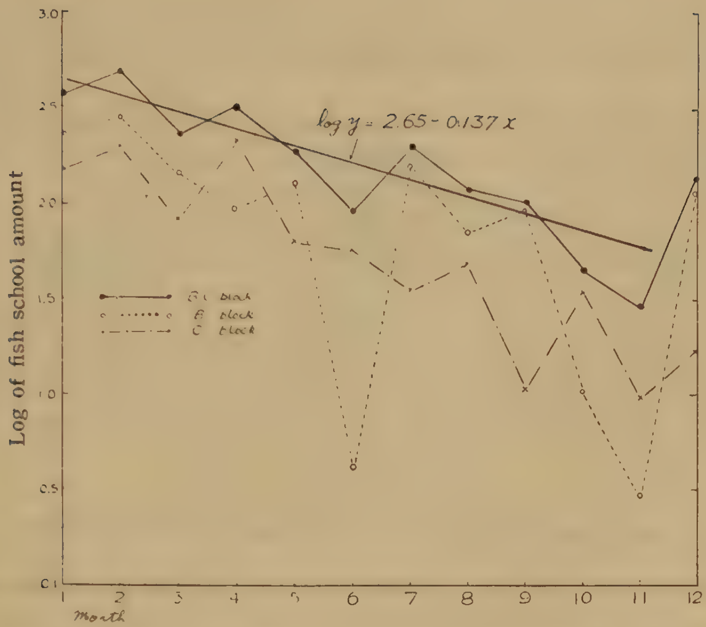


Fig. 3　Monthly variation of fish school amount in 1953〜'55.

これらの，1月〜12月に於ける総魚群量の減少傾向は，B，C海区合計で，

$\log y = 2.65 - 0.137x$　（但し，y：魚群量，x：月の数）

の関係式で示される。

6）　魚群量と漁獲量との関係について

Fig. 2—1〜Fig. 2—3に，各年7月より12月に於ける漁獲量の変化を示してある。資料はB，C海区方面の漁況の動きを示すと思われる宮崎県島野浦港の漁獲量によった。

漁獲量と魚群量との関係を見ると，昭和28年，29年は両者の変移はほぼ類似した傾向を示しているが，昭和30年に於いては全く逆の増減を示している。この原因については，30年は7月，8月の大量の魚群の大部分は，揚繰網の操業出来ない潮目の多いC海区北部に分布していたため漁獲出来ず，魚群量と漁獲量の差異がいちじるしいこと。その後，季節の移行に従って11月迄は，その魚群の南下につれて漁獲され，且つ他海区よりの供給が少くほとんどこの集団のみが漁獲の対象となったものと考えられ，このため両者は全く逆の増減傾向を示しているものと思われる。11月以降の魚群量の増大に対する漁獲量の減少は，カタクチイワシ群の混在率が比較的大きくなったこと，及びマイワシ，ウルメ群が集魚灯に対して灯付が悪かった事による。

これらよりして，魚群量と漁獲量との関係は，調査海域への魚群の来游量が季節の移行に従って一定に保たれれば，両者は類似し増減傾向を示すべきものと考えられるが，現在迄の資料では，はっきりした関係は見出せないようである。

Ⅱ．魚群の水平分布について

Fig. 1の調査海区図に示してあるC_9〜B_8の各測線内の，即ち南北方向に分布する魚群量の各年による状況を考察しよう。

これらの魚群の分布は，昭和28，29，30年の前半（1月〜6月）と，後半（7月〜12月）及び昭和31年前半について，その各半期毎にまとめた。

全測線の平均値より各測線の偏差を求めると Fig. 4 のようになる。

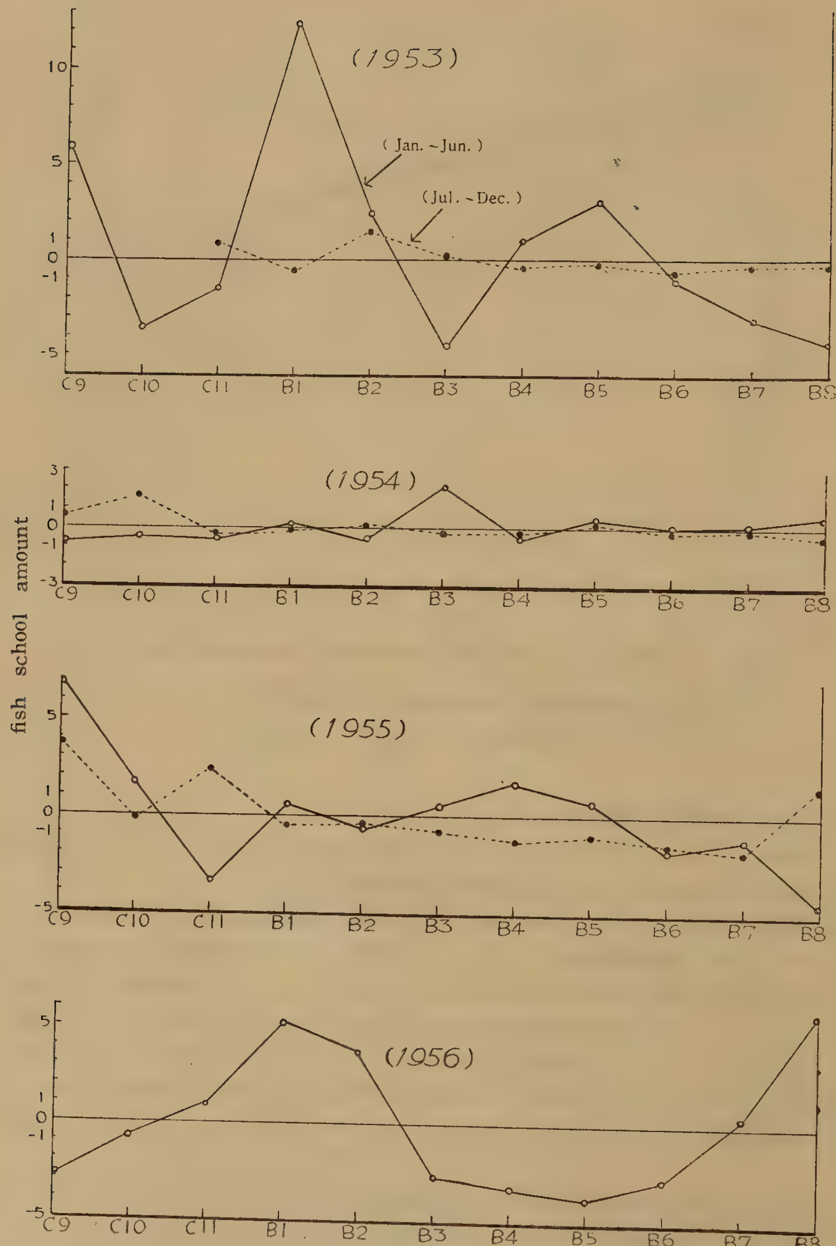


Fig. 4 Distribution of fish school total amounts.

1）各年の分布について（総魚群量）

Fig. 4 を見ると，全般的に前半期の分布は各測線による差異が大きく，後半期は小さいことがうかがわれる。

特に昭和 28 年前半及び昭和 31 年前半ではその差異大で，両者共 B_1 線（土々呂沖）に大きな分布の山が見られる。これら分布の片寄りは，海況による原因，特に等水温線の分布より見ても，これらの時期の魚群はその棲息水塊が B_1 海域に押し集められた等の原因によるものである。

昭和 29，30 年は前半期，後半期共全線平均した分布をなしている。これらの時期は等水温分布が日向灘

沿岸に比較的平行に分布していた時期である。

Table 3 Coefficient of variation in the distribution of fish school amount on C_9 between B_S areas.

year	month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1953	m	11.14	13.05	2.10	1.29	0.39	0.61	0.32	0.27	0.24	0	0.02	0
	σ	12.38	11.39	2.94	1.02	0.35	1.21	0.85	0.73	0.26	0	0.04	0
	c.v.	121.0	87.2	140.0	79.0	89.7	198.0	265.0	270.0	108.0	0	200.0	0
1954	m	0	0.01	0.90	0.46	0.42	0.07	0.08	0	0.07	0.66	0.05	0
	σ	0	0.05	0.82	0.80	0.53	0.02	0.13	0	0.15	0.52	0.07	0
	c.v.	0	500.0	91.0	173.0	126.0	28.5	161.0	0	214.0	78.7	140.0	0
1955	m	1.10	2.35	0.03	4.28	0.24	0.26	0.18	0.06	0.14	0.30	0.01	0
	σ	1.32	1.96	0.02	3.73	0.20	0.42	0.20	0.14	0.19	0.31	0.04	0
	c.v.	120.0	83.4	66.6	87.1	83.3	161.0	111.0	233.0	135.0	103.0	400.0	0
1956	m	6.03	2.69	2.22	1.35	0.17	0						
	σ	5.50	2.94	3.77	1.88	0.23	0						
	c.v.	91.2	109.3	169.3	139.2	135.2	0						

2） カタクチイワシの魚群量と採集卵数の分布について

前述の期間について，カタクチイワシの魚群量と採集卵数* の分布型を検討した。

カタクチイワシの魚群量の分布型は，総魚群量の分布型とほぼ類似している。

分布している魚群が一様に産卵したとすれば卵の分布型もそれと類似の型を持つべきと考えられるが，海況の変動に起因して，游泳力のある魚群と浮游する卵とでは，その分布に於いて類似しない場合も多くあると思われる。Fig. 5より次のように考えられる。

a）昭和28年，29年（各前半期）は，両者の分布は類似していない。

b）昭和30年，31年（各前半期）は，両者の分布はほぼ類似している。

aの28年に於いては，B_1 に分布する多量の魚群によって産卵された卵が，沿岸の南下流によってB_6附近に集められたものと思われ，29年は，平均に分布した魚群より産卵された卵が潮目の出現によりB_1 附近に集ったものであろう。

Ⅱ. 調整点（土々呂沖線）に於ける魚群の日変化について

豊後水道及び日向灘海域に於ける魚群の時間的変化を察知しようと言う試みの下に，昭和27年8月より，両海域（B，C海区）のほぼ中間にあたる宮崎県土々呂沖に定線を設け観察を行った。この結果二，三の知見を得たのでこゝに記述する。

1） 調査定線及び方法

調査方法は前述した通り，魚群探知機の使用により魚群の記録を得て計算魚群量を求めた。調査は毎週1回宛実施することにしたが，昭和28〜30年に至る調査線は，

a）昭和27年〜28年7月：Fig. 1に示したように，土々呂沖正東3浬を基点とし，更に7浬の長さの線をA線とし，B線は，A線の東端（St. 3）より北に転針して5浬航行した点（St. 4）を基点とし，西方に向う7浬の線である。

b）昭和28年8月〜29年7月及び29年8月〜30年7月：前記のA線の東端より更に東へ5浬延長した12浬の長さの線（沿岸より15浬）を設けた。

ここでは，主としてaの期間について詳細な検討を試み，bについては参考の程度に止めた。

* 採集方法は，㊥ネット（口径60cm）の水平曳航（秒速1.2m）で5分間曳。

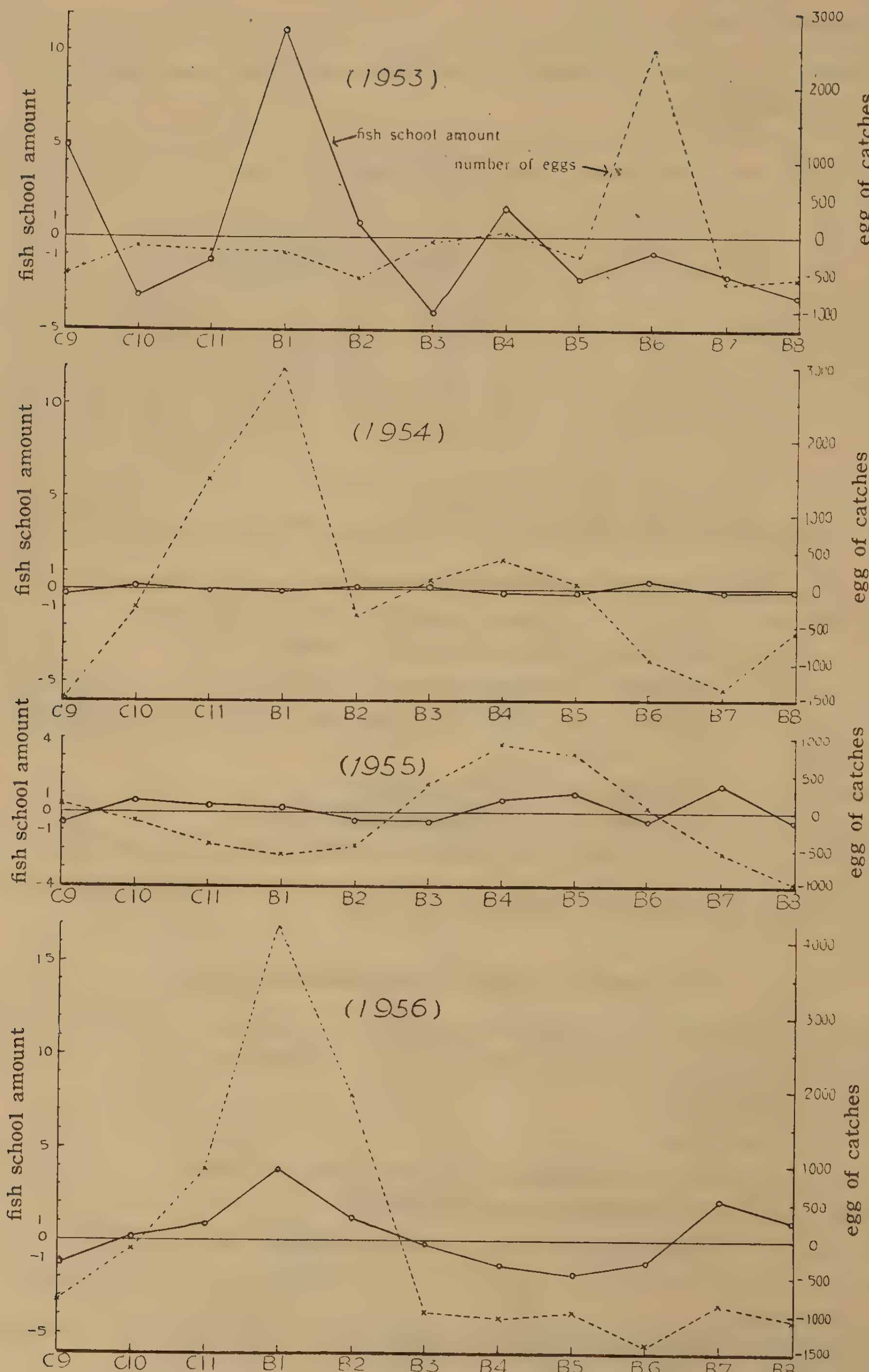


Fig. 5 Distribution of fish school amount and number of Anchovy eggs obtained. (Jan.~Jun.)

2） 魚群の出現回数について

昭和27年8月～28年7月に行った調査回数は45回で，この間魚群が記録されたのはA線で25回，B線で24回で，百分率にして両線の平均が54.4％であった。

これを日向灘，豊後水道海域で昭和26，27年度に操業したイワシ揚繰網漁船にて，総出漁船に対する有漁船の割合＊は，それぞれ55.1％及び54.4％で，僅かに小さいが，漁船は魚群を求めて機動するものであるから，それに比して（延出漁船に対する延有漁船の割合を以って，魚群に漁船が遭遇した割合とをすれば）固定された定線にて殆んど同様の割合を以って魚群に遭遇したことは，魚群が本調査定線に出現する可能性は他の海域よりも大きいと言える（Ⅱの水平分布の項参照）。

又，A，B両線に魚群が記録される日と記録されない日とが殆んど一致していることから，此の海域に来游する魚群の分布範囲は5浬（A，B線の間隔）以上と推定される。

3） 魚群量及び魚種の季節変化について

各回の調査にて記録された魚群の計算値を示すと Table 4 の様になる。

Table 4 Fish school amount on Totoro Line in 1952 Aug. between 1953 Jul.

Date \ Line	A	B	A+B	Date \ Line	A	B	A+B
1952 Aug. 5	7.7380	1.3943	9.1323	1953 Feb. 3	14.1693	14.2934	28.4627
〃 12	6.7890	0.6570	7.4460	〃 10	0	0	0
〃 19	0	0	0	〃 18	6.3583	4.0077	10.3660
〃 25	0.9417	0	0.9417	〃 28	51.2533	16.7097	67.9630
Sep. 9	1.3505	1.7885	3.1390	Mar. 4	9.9426	3.8252	13.7678
〃 16	0	0	0	〃 10	0	0	0
〃 30	0	0	0	〃 19	3.2996	2.1608	5.4604
Oct. 7	0	0	0	〃 31	8.4534	16.9360	25.3894
〃 14	0.1716	0.9490	1.6206	April 7	0.6351	9.0739	9.7090
〃 21	0	0	0	〃 29	1.6425	2.1170	3.7595
〃 28	0	0	0	May 13	1.3651	0.4672	1.8323
Nov. 7	1.1315	0.5256	1.6571	〃 19	1.8909	7.1540	9.0447
〃 11	0	0	0	〃 27	0	0	0
〃 17	0	0	0	Jun. 2	0.6862	2.9783	3.6645
〃 25	0	0	0	〃 11	0	0	0
〃 31	0.1095	18.5820	18.6515	〃 16	4.7231	6.4067	11.1298
Dec. 19	0	0	0	〃 23	0	0	0
〃 24	4.3946	12.6114	17.0060	〃 30	4.3946	0.7811	5.1757
〃 29	2.3360	0.2920	2.6280	Jul. 7	0.3723	1.2840	1.6571
1953 Jan. 7	0	0	0	〃 14	1.3356	4.4235	5.7591
〃 16	0	0	0	〃 21	0	0	0
〃 20	0	0	0	〃 30	0	0	0
〃 30	43.7270	11.5340	55.2710				

即ち，8月より9月中旬にかけて比較的多くの魚群が記録され，秋季は少く，12月には再び多くの魚群が見られ，1月には殆んど魚群が記録されなかった．2月より7月中旬には殆んど毎回魚群が記録され，2月末に最大を示している。

次に，A，B線別に見ると，28年4～6月の間はA線よりB線の方が多くの魚群が記録されており，他の期間はA線の方が多量の魚群が記録されている。

A線の魚群量が多い時期はカタクチイワシ群が特に多く，B線の方が多い時はカタクチイワシ群の他に多くの魚種が混在している時期である。

＊ 註：横田 によると，豊後水道，日向灘海域での揚繰網漁船の有漁船と出漁船数との比は26年55.1％，27年54.4％であることが示されている。

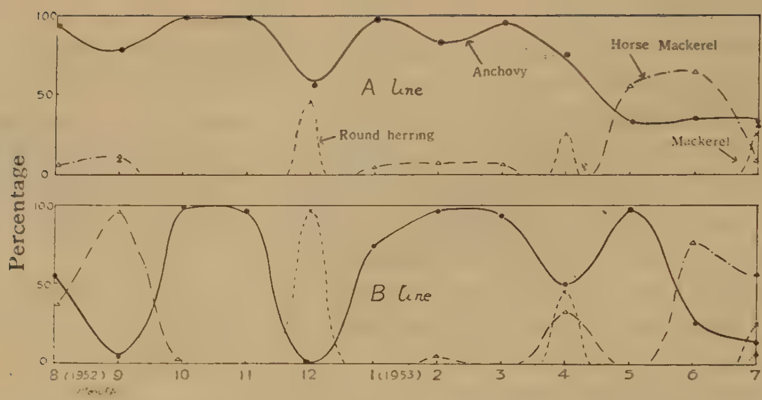


Fig. 6 Percentage of appearance of respective species against that of the whole

次に，両線に記録された魚種は，カタクチイワシ，アジ，ウルメイワシ，マイワシ，サバ等である。

• この内，カタクチイワシが最も多く，殆んど周年にわたって記録されている。

• アジは，昭和27年8，9月及び，28年2月と5，6月に多く記録されている。5，6月に記録された群は日向灘沿岸を北上する北上群であって，9月頃の群は南下群と思考される。2，3月の群は滞留群と思われる。

• サバ群は昭和27年9月と28年5月及び7月末に記録されている。9月の群は南下群で，5月の群は北上群と考えられ，7月末の群は豊後水道附近に集っている群の一部の来游群であろう。

• ウルメ群は，27年12月，28年4月及び7月に記録され，4月の群は明らかに北上群であり，12月の群は南下群である。7月の群は，サバ同様の滞留群の一部が来游したものだと思う。量的には4月の北上群が最も大きい。

• マイワシ群は，昭和28年2月末にA線に1回記録されたのみであった。

4） カタクチイワシ魚群の出現状況と採集卵数との関係について

カタクチイワシの魚群量と，この定線上* にて採集されたカタクチの採集卵数の出現状況の関係を検討してみた。

両者を各々3回の移動平均 $\frac{(xi-1)+2xi+(xi+1)}{4}$ で求めて図示すると，Fig. 7—1～Fig. 7—3の様になる。

これら，魚群量と採集卵数の出現状況を比較すると大体類似の傾向が見られるが，昭和27年の12月～28年の2月の間に於いては，魚群量に比較して他の月より採集卵数は少い。又，昭和29年2月～3月は魚群量に比して卵数が多く，昭和30年1月～5月の間は，前二者に比して魚群量と卵数の割合はよく類似しているが，6月～7月に例年出現する卵数の谷があまり大きくない。

一般的に，両者の関係は類似するが，両者の出現傾向が類似しない時は，海潮流の影響による卵の移動が考えられる。

次に，以上の3ヶ年について，魚群量と採集卵数の平均を求め，それらの変化を図示すると Fig. 8 の様になる。この図を見ると，1年間に於ける両者の一般的な変化の傾向が判る。この一般形より両者の関係に季節的にほぼ類似の傾向を持っていることが判り，魚群の出現にやゝおくれて採集卵数の出現が見られることがわかった。

* 註：次に昭和27年8月～28年7月は，A線上3点，B線上3点，28年8月～29年7月及び29年8月～30年は5点，(中)ネットによる採集。

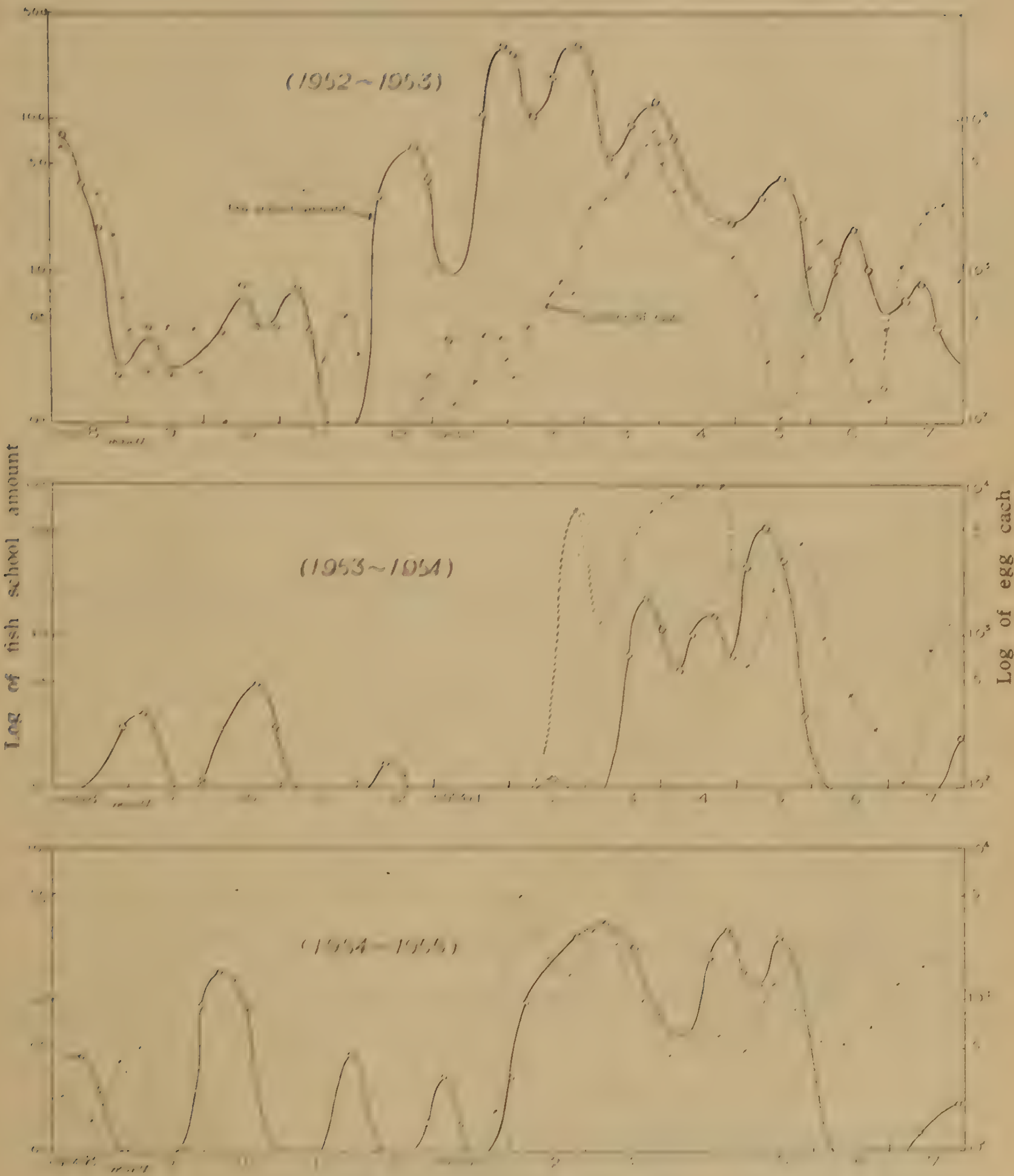


Fig. 7 Monthly variation of fish school amount and number of Anchovy eggs obtained on Totoro Line.

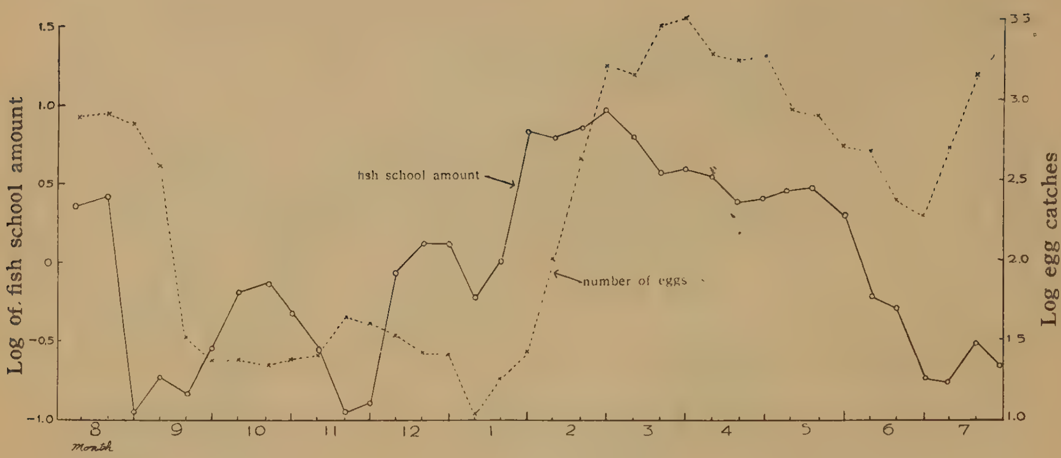


Fig. 8 Monthly variation of fish school amounts and eggs of Anchovy on the Totoro Line in 1953～'55.

5） 単位魚群量の変化について

昭和27年8月～28年7月の資料より見て一般的に，魚群が多量に記録される時期は，1群当りの魚群量も大きくなる傾向にあるが，この調査期間に於いては，冬季より早春にかけて大きく，夏季には小さいことがうかがわれる。（Fig. 9）

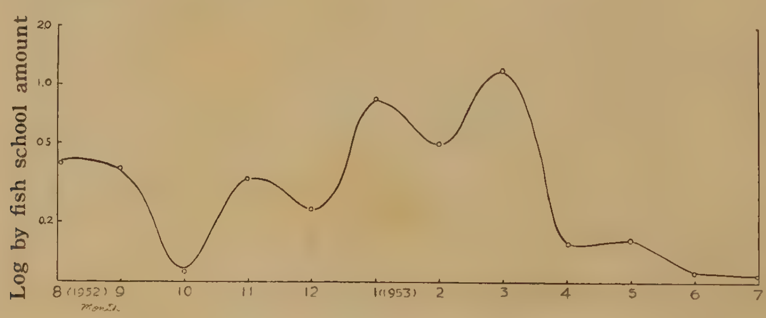


Fig. 9 Monthly variation of average of fish school amount.

資料及び文献

1） 横田滝雄：南海区水産研究所報告第2号，1953年
2） 豊後水道，日向灘イワシ研究会：昭和29年度豊後水道一齊調査報告：1954年
3） 豊後水道，日向灘イワシ研究会：昭和29年度土佐湾一齊調査報告：1954年
4） 豊後水道，日向灘イワシ研究会：昭和30年度豊後水道一齊調査報告：1955年
5） 相川広秋：水産資源学総論：1949年
6） 辰喜恭五郎，古川一郎：日水誌 Vol. 17，No. 8,9：1952年
7） 辰喜恭五郎，浅見忠彦：日水誌 Vol. 17，No. 8,9：1952年
8） 横田滝雄：日水誌 Vol. 17，No. 1.
9） 横田滝雄，古川一郎：日水誌 Vol.17，No. 8,9：1952年
10） Takio Yokota，Tosio Kitagawa and Tadahiko Asami：Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries Vol. 19，No. 4：1953.
11） 浅見忠彦：日水誌 Vol. 19，No. 4. 1953年
12） 浅見忠彦：南海区水産研究所業績集 No. 1.

マグロ延縄操業におけるキハダの釣獲率の変動についての研究

1 漁船の資料を用いて平均釣獲率の信頼巾を推定するこゝろみ *

上 村 忠 夫

Studies on Valiability of Hooked-Rates of Yellowfin by Longline Fishing.

1— A Trial to Estimate Confidence Limits of Mean Hooked-Rates Using Data of the Catches of Commercial Vessels.

Tadao KAMIMURA

The hooked-rates obtained from the operations of the commercial long-line vessels have been used as the index of density of populations of tunas. As the data are not only most easily obtained but are thought also to be of great use for the future studies, the present author tried to estimate the approximate confidence limits of the mean hooked-rates by sizes of samples, for the use as the index of the tuna populations.

1). Data employed here are the catch records of the mother ship fleet that fished in the adjacent waters of the Solomon Islands during June to August, 1953.

2). a. The fishing grounds were divided into the eight blocks, that is, first into the three areas A, B and C (fig. 1—3) according to the geographical distributions of mean sizes of yellowfin by vessels (fig. 1) and of hooked-rates of albacore (fig. 2), and then these areas were separated by the months respectively (except the B, Aug.).

b. The hooked-rates, catches per a thousand hooks, were transformed in logarithms by the formule (3) in order to apply statistical analysis (Fig. 3).

3). The variances of within-cruise and between-cruise in the blocks were estimated, by means of analysis of variance, on the basis of the samples of the cruises which have six operations (tab. 2.). The estimated variances in each block appear to be generally appropriate, as the density of the populations shows relatively uniform distribution over the areas (tab. 3—4).

4). As examples, the 95-percent limits of mean hooked-rates in the case of minimum (B, Jul.), maximum (C, Jun.), mean (mean of the all blocks) variances were computed and showed in table 6. The variances of mean hooked-rates are estimated by the formula (4).

5). Relations between frequencies of operations per a cruise and within-cruise, between-cruise variances were investigated on the instances of two-, three- and six- operations. As the results, it was recognized throughout all the blocks that the within-cruise variances increase and the between-cruise variances decrease with increase of the frequencies of operations (tab. 9, left side). Nevertheless, when the total frequency is fixed the variances do not agree but change in propotional to the frequencies per a cruise (tab. 9, right side). Accordingly, if we would estimate confidence limits of means by a total frequency, it is

* 南海区水産研究所業績 第69号

considered to be effective to estimate within-cruise, between-cruise variances on the basis of samples of cruises the frequency of which is approximate to a mean frequency of all samples.

まえがき

マグロ延縄漁業資源の研究においては，釣獲率[*1]が海中における魚群の density をあらわす index として使用され，マグロの地域的分布の研究や漁況の季節変動，年変動等の問題について考察する際の重要な factros として利用されている。そして，この種の研究においては，地域的，時間的にある広がりをもった場における平均的な density を必要とすることが多い。このような研究上の要求に対して，現在使用されている資料の主要部分は漁船の操業記録から得られたものであり，今後も引続いて依存せざるを得ない実情にある。漁船の資料に依存すると，資料の大きさが時と場合によって著しく変化するという困難な問題に直面する。資料の大きさは推定値（こゝでは海中における漁群の平均的な density の index としての釣獲率の平均値）の精度を支配するので，推定値をして利用者の効果的な判断基準たらしめるためには，推定値と共にその精度をも示す必要がある。そこで本報告においては漁船の釣獲率資料を使って，平均値の精度を近似的に推定する方法と条件について考え，実例についてサムプル数と平均値の信頼巾との関係を求めてみた。

そして，更にこゝで採用した方法を，今後実用的な段階へと発展せしめるためには，如何なる点について吟味を加える必要があるか，又現実の適用に際して，どのような実際的方法が考えられるかという今後の見通しの問題についても若干の考察を加えた。

資料は，1953年6月上旬から9月上旬にかけて，ソロモン群島近海において行われた母船団の漁況報告[*2]を使用した。この航海には，当研究所技官須田明氏が便乗され，漁況報告については悉皆調査を行ったものである。

本報告に際して，計算及び図表の製作を煩わした岡本よし子嬢に対し，並びに終始激励と御指導をたまわった中村所長及び矢部遠洋資源部長の両氏に対して感謝する。また東海区水産研究所田中昌一氏からは，直接的，間接的に懇切なる御指導並びに御教示をいただいた。更に当研究所須田明氏からは，終始熱心なる御討議をいたゞくと共に，有益なる御助言を寄せられた。こゝに，両氏に対して改めて謝意を表する。

1. 考え方及び方法

こゝに多数の船が同時に操業を行う場合について考えてみよう。その場合，個々の船の操業範囲には当然地域的な偏りを生ずることが考えられる。そして，ある船を中心にして考えるならば，操業範囲が極めて近接している船から（部分的には重なり合う場合も含めて）遠く距った船に至るまで色々の段階が存在しよう。一方，船別の平均釣獲率をみるに，近接している船が必ずしも似通った値を示すとは限らない。つまり操業範囲の地域性と平均釣獲率との間に直接的な関係が存在しないような，ある広がりをもった場を考えることは可能である。そのような場においては，平均釣獲率（density の index としての平均釣獲率，今後は単に平均値という）の推定に際して，地域的な factor による影響を無視することが出来よう。これと全く同様なことを時間的な factor についても考えることが出来る。そこで場についての条件として，地域的，時間的な factor による影響を無視出来るような，ある広がりをもった場を考え，更にそこにおいては，船の個性[*3]は無視出来るものと仮定する。このような仮定が成立するならば，上述の如き場において，実際に操業を行っている船を一組の任意標本とみなすことによって，場についての平均値並びにその分散を推定す

---

*1 漁獲尾数を使用鈎数で割った値，操通%が使用されているが，本報告では釣1,000本当りの漁獲尾数を用いた。

*2 サメ，シャチによる被害尾数の記載の不完全な航海が多かったので，ここでは被害尾数はすべて除外して，釣獲率を計算した。

*3 この問題については，6の（iii）を参照。

ることが可能となるであろう。

以上の如き想定を念頭に入れた上で，次に平均値の分散を実際に推定する方法について考えてみたい。場についての条件が満たされるならば，こゝにおいては計算に際しての手続き上の問題が中心となる。細部については後述することにして，こゝにおいては，推定方法についての極くあらましを述べることにする

母船団操業においては，比較的限られた海域内で操業が集中的に行われるのが特徴である。そのような操業海域を，前述の場についての条件及び後述する適応条件を考慮して幾つかのブロックにわけ，それぞれのブロックにおける釣獲率資料を航海別に整理し，ブロック毎に σw^2（航海内操業間分散もしくは単に航海内分散）及び σb^2（航海間分散）の不偏推定値を求めた。次に σw^2 と σb^2 の推定値を母分散にもつ航海によって構成されている釣獲率母集団を各ブロックについて想定し，そのような母集団から航海を任意抽出するという仮定のもとに，サムプル数と平均値の信頼巾との関係を計算によって求めた。

このような方法の適用条件としては，(1)各航海における釣獲率サムプルが，同一の母分散を有する正規母集団からの任意標本であるという仮定の成立することが必要であり，更に，(2) σw^2，σb^2 を推定するための航海数の多いことが望ましい。(1)については，適当な数値交換を行うと共に，ブロックの分割に際しての一条件として留意した。

(2)については，本報告では11〜29航海で充分とはいえないが，少くともキハダについては，現実に利用し得る資料として，これ以上は望めないというのが実情である。

2. ブロックの分割と数値交換

イ）ブロックの分割

ブロックの分割に際しては，前述の場についての条件及び適応条件を考慮しなければならないが，最初からそのような条件を満すことは出来ないので，こゝにおいては，一応場についての経済的条件[*4] を等質ならしめる立場から，キハダの魚体及び他魚種の混獲状況の差異に従って分割を行い，前述の条件については結果の可否を吟味して調節するという立場をとった。

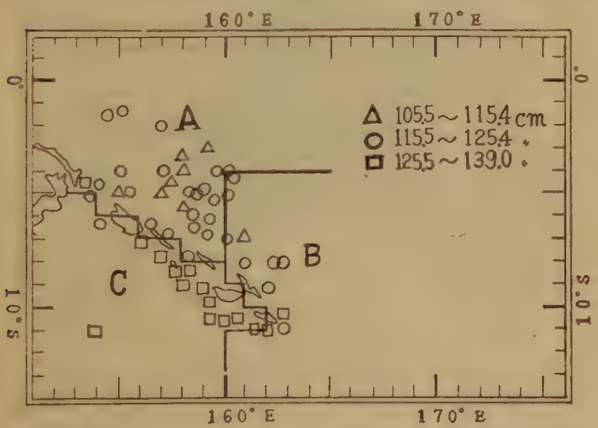


Fig. 1 Distribution of mean length of Yellow-fin by cruise.

（i） キハダの魚体組成に著しい地域差が認められたので，航海別に平均体長を求め，漁獲の中心位置をプロットして第1図を得た。図によって明らかな如く，ソロモン群島を中心として珊瑚海に面した海域Cと外洋に面した海域A及びBとの間に，平均体長の分布に明瞭な境界が認められる。

（ii） マグロ延縄漁業は同時に数種

*4 平均値並びにそれの信頼巾の推定に際しては，既述した如く標本としての船の任意性が保証されなければならない。漁船の漁撈行為は純然たる経済活動であるから，船の個性を無視し得るが如き場を設定するためには，少くとも漁撈行為を規制する諸条件並びに目的内容等を等質ならしめるような経済的な面からの配慮が必要であると思われる。漁船の漁撈行為は経済的諸条件によって特徴づけられるという考え方からすれば，経済的な条件が場についての決定的な規定条件であるという考え方も成立する。しかしながら経済的条件といっても，その内容に立入れば極めて複雑であり，それだけに現実面への適用に際して主観的な偏りが入り易いという欠点を考えなければならない。更に，前節で規定した如き場においては，経済的諸条件についても，事実上満されると考えてさしつかえないと思われる。かゝる観点から，前節における場の規定に際して，経済的な面からの条件については言及しなかった。

類のマグロやカジキを対象に行われるもので，魚種相互の混り工合と漁場の選択性との間には極めて密接な関係がある。幸いにも会社の仕切伝票が得られたので，それに基づいて航海別，魚種別の重量組成を求めてみた（第1表参照，176航海中記載不完全の7航海を除外した）。表によって明らかな如く，キハダがすべての航海を通じて他魚種に抜きん出て高く，次いでクロカジキ，メバチ，ビンナガの順位となっている。ク

Table 1 Weight composition (%) of catches based on the 169 fishing cruises (among the whole 176).

Species	Yellow- fin	Big-eyed	Albacore	Black Marlin	Other Fishes
Mean (M)	64.9%	9.6	3.2	15.9	6.4
Standard Deviation (S)	5.3	3.6	5.1	5.2	4.0
C. V. (S/M×100)	8.2%	37.5	155.9	32.8	63.6
Lowest~Highest	4.56~84.9%	3.1~19.7	0~29.1	6.8~28.8	0.9~27.7

C. V. : Coefficient of variance

ロカジキ，メバチについては C.V. が小さいので別に問題はないが，ビンナガについては C.V. が極めて大きいことにより，分布密度に著しい疎密の存在が予想される。従って，単位海域（緯度，経度各一度区画）毎にビンナガの平均釣獲率[*5]を求めて第2図に示した。B海域を画する境界線はビンナガの釣獲率が急激に変化する部分にそって設定したものである。

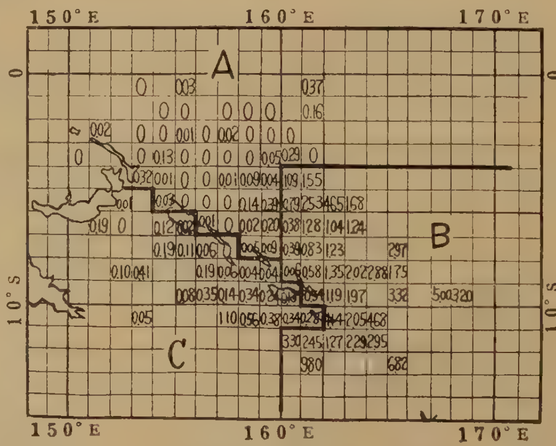


Fig. 2 Distribution of mean hooked-rates (June to August) of Albacore.
The values shown are catches per 100 hooks.

結局，A海域とB海域との差はキハダの魚体により，またA及びC海域とB海域の差はビンナガの混獲率によって，それぞれ特徴[*6]づけられていると考えることが出来よう。

以上の如く分割した海域A，B，Cを更に1ケ月刻みに区切って，合計8ケのブロックに分けた（B海域の8月は資料が少いので除外した）。第3図に，月別単位海域別の資料の頻度分布を示す。

ロ）数値変換

さきに，MURPHY，ELLIOTT（1954）はキハダの空間分布様式について負の二項型[*7]を想定し，分散分布を適用せしめるための数値変換の方法として，

$$y = \text{Sin h}^{-1}\sqrt{\frac{\gamma + c}{k - 2c}} \quad \cdots\cdots (1)$$

（但し，γは操業毎の漁獲尾数，kは負の二項分布における指数，cは常数）

が極めて効果的なることを報告している。別に平均値と標準偏差の間に比例的な関係が存在する場合にし

*5 時期による著しい差異が認められなかったので，全期間を通じての平均釣獲率を示した。

*6 この方面の海洋構造について研究した山中の報告（1956）によれば，ビンナガの分布と海況との間に極めて密接な関連のあることを報告している。また，キハダの魚体に地域差が存在することは，それに対応する異った環境を想定することが出来よう。従って，海域A，B，Cは環境的にもそれぞれ異っていると考えられる。

*7 北部太平洋漁場におけるビンナガの釣獲率の頻度分布について行った須田（未発表）の研究においても，同様に負の二項型が良く適合する事実が認められている。

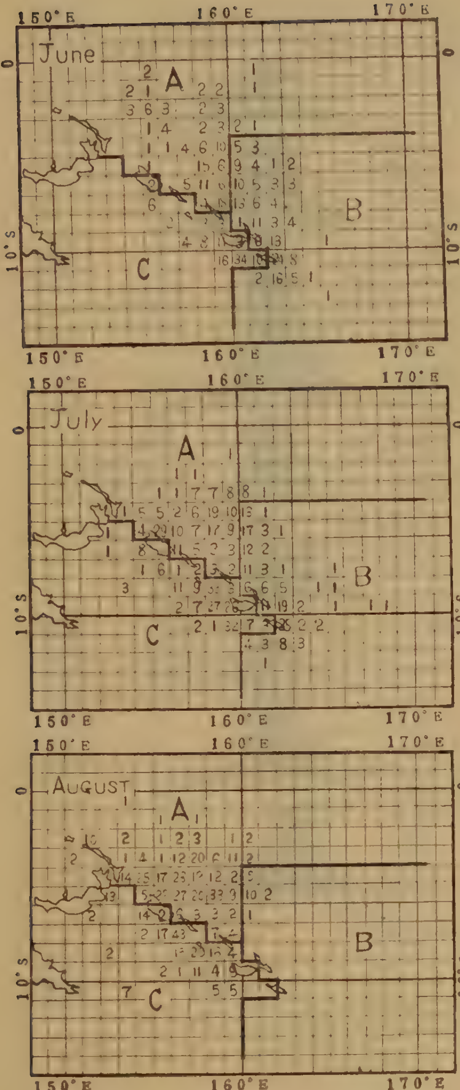


Fig. 3 Frequency distribution of fishing operations.

ばしば適用される。

$$y = \log 10\ (\gamma+1) \quad \cdots\cdots (2)$$

によって求めた結果と(1)式によって求めた結果とを比較検討し，両者の効果に著しい差異が認められなかったことを報告している。こゝにおいては，計算の容易な対数変換の方法により

$$y = \log 10\ (\gamma+3) \quad \cdots\cdots (3)$$

γ は鈎 1,000 本当りの漁獲尾数*8によって変換を行った。(2) 式の（γ＋１）の代りに(3)式の（γ＋３）を使用した理由は，（γ＋１）によると γ が５以下の場合に異常に小さい値を示すので，このような影響を修正するための便宜的措置として（γ＋３）によったものである。

第４図及び第５図に，それぞれ変換前と変換後における釣獲率のヒストグラム及び平均値と標準偏差の関係を示す。第４図より数値変換による正規型への近似効果が明らかに認められる。また，第５図より平均値と標準偏差との関係は変換前と変換後とで著しく変化し，後者においては一見して無関係になっていることが判る。相関係数として前者で 0.78（５％の危険率で有意），後者で −0.11（有意でない）が得られ，数値変換による効果は明らかに認められる。

３．ブロックにおける σ_w^2，σ_b^2 の推定及びそれの比較検討

σ_w^2，σ_b^2 は航海当りの操業回数によって著しく影響されるので（これについては後述），こゝにおいては，一航海の操業回数を６回に揃えて行った。即ち，５回以下の航海はすべて除外し，６回以上のものは１〜６回目の分だけをとって，７回目以後は除外した（資料については文末の第10表参照）。まず航海毎に航海内分散を計算し，ブロック別に航海内分散の一様性の検定を行ったところ（バートレット法により），何れも有意差が認められなかったので，次に分散分析法により各ブロックについて σ_w^2 及び σ_b^2 の推定値を求めた。その結果を第２表に示す。

σ_b^2 については既述したように地域的，時間的な factor による影響について吟味する必要がある。そこで σ_b^2 に 0.01 以上を示した４ブロックについて，次の如き要領で検討を行った。即ち，操業点の分布状態を考慮し，出来るだけ資料を按分せしめるように，それぞれブロックの実情に応じて幾つかの小ブロックに分割し（第３表参照），分散分析法によって小ブロックに対する平均値の一様性の検定を行った（第４表）。尚，分散分析に際して，操業６回以上の航海に限定すると航海数が極めて少くなるので，こゝにおいては４回以上の航海を選び出し，前と同じ要領で一航海の操業回数を４回に揃えた。第４表より，小ブロックの平均値間には何れも有意差が認められない。特に，A海域８月，C海域６，８月については，小ブロックに対

*8　操業１回当りの使用鈎数については，６の（iii）を参照。

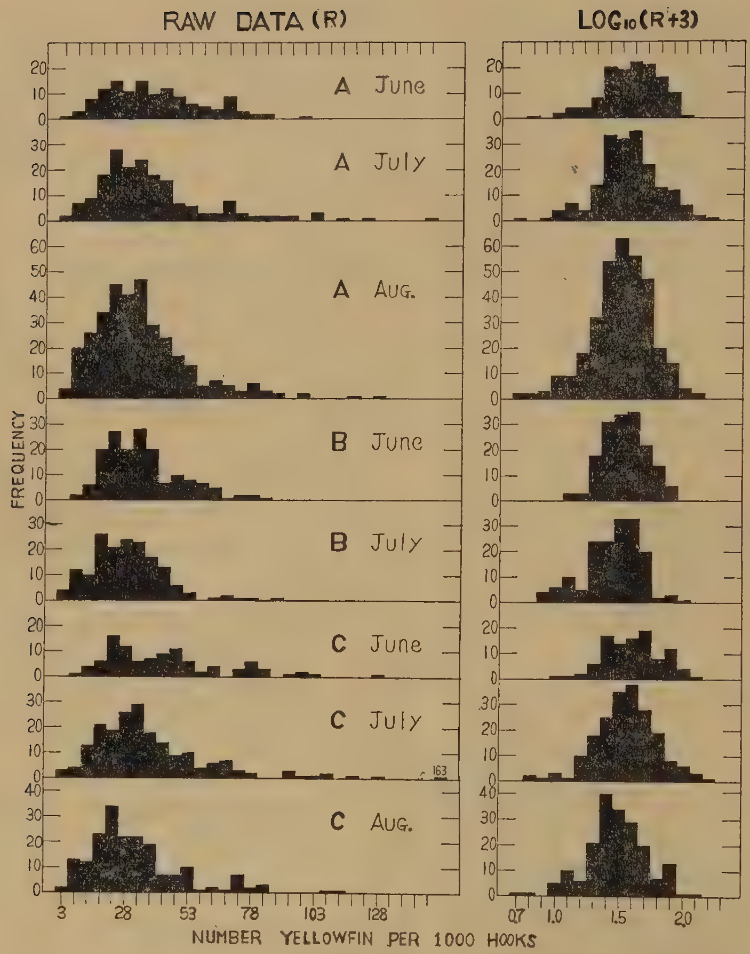


Fig. 4 Frequency distribution of original catches (left side) and logarithmically transformed catches (right side).
R : catches adjusted to equivalent of 1000 hookes.

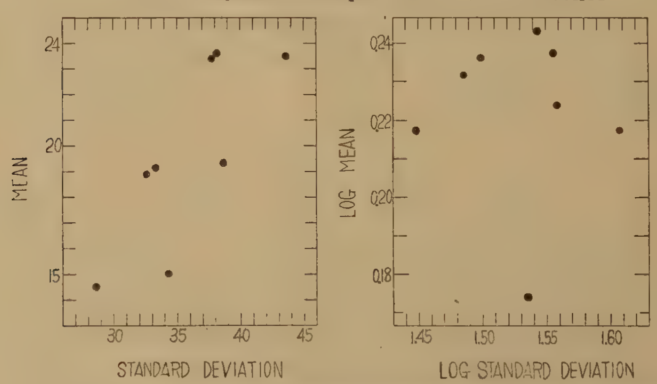


Fig. 5 Relation of mean and standard deviation in the cases of untransformed (left side) and transformed catches (right side). Each point represents the mean and standard deviation for the series of catches at the eight blocks shown in fig. 4.

Table 2 Summary of results of tests of homogeneity, using analysis of variance, of mean hooked-rates of cruises, and estimates of variance of within-cruise and between-cruise. The hooked-rates used are the logarithms of catches per 1,000 hooks. The original data are shown in table 10.

Sea area	Month	Mean Square: Within cruise (d.f.)	Mean Square: Between cruise (d.f.)	F	Estimates of variance: σw^2	Estimates of variance: σb^2	Mean hooked-rate
A	6	0.0282 (60)	0.0918 (11)	326**	0.0282	0.0106	1.590
	7	0.0460 (85)	0.0913 (16)	1.98*	0.0460	0.0076	1.554
	8	0.0373(145)	0.1114 (28)	2.99**	0.0373	0.0124	1.507
B	6	0.0258 (80)	0.0747 (15)	2.90**	0.0258	0.0082	1.544
	7	0.0305 (65)	0.0508 (12)	1.67	0.0305	0.0034	1.496
C	6	0.0307 (55)	0,1430 (10)	4.66**	0.0307	0.0187	1.623
	7	0.0536 (90)	0.0635 (17)	1.18	0.0536	0.0017	1.543
	8	0.0395 (80)	0.0993 (15)	2.51**	0.0395	0.0100	1.516

Number of operations of a cruise : 6,
σw^2 : Variance within cruises. σb^2 : Variance between cruises.
* : Significant at the 0.05 level.
** : Significant at the 0.01 level.

Table 3 Explanation of the subblocks.

Block	Subblock No.	Term	Area	Number of cruises	Number of operations
A June	1	full month	North of 5° S	9	36
	2	do.	South of 5° S	8	32
A Aug.	1	former half	North of 5° S	13	52
	2	later half	do.	14	56
	3	former half	South of 5° S	8	32
	4	later half	do.	8	32
C June	1	later half	East of 160° E	5	20
	2	do.	8° S 158° E, 8° S 160° E,(1) 11° S 158° E, 11° S 160° E,	5	20
C Aug.	1	former half	8° S 156° E, 8° S 160° E, 11° S 156° E, 11° S 160° E,	5	20
	2	do.	6° S 154° E, 6° S 156° E, 7° S 156° E, 7° S 157° E, 8° S 154° E, 8° S 157° E,	8	32
	3	later half	the same as the subblock 1	6	24

(1) : Area enclosed by these points.

する平均平方が，航海に対するそれよりも小さく，小ブロックの分散に対する推定値にマイナスの値をすらもたらしていることが判る。つまり，σb^2 に対する地域的，時間的な効果は無視してさしつかえない。σb^2 により小さな値を示したブロックについても同様なる結果が予想され，このような事実は，σb^2 を推定するためのブロックの分割がほぼ妥当なることを示しているといえよう。

第2表によって示される如く，ブロックによって σw^2，σb^2 の値は大きく変化し，特に σb^2において著しい。σw^2 のブロック間での一様性について検討したところ（バートレット法により）1％以下の危険率で有意差が認められた。そこで念のため操業の実情，つまり漁船の移動状況，操業方法等の点について調べてみた。しかしながら，ブロックの間で著しい差異は認められなかった。恐らく各ブロックにおける魚群の性状[*9]の差異が大きく影響しているものと思われる。

航海数がm，各航海中での操業回数が6回の場合の平均値の分散を $\sigma_{(m)}{}^2$ とすれば，$\sigma_{(m)}{}^2$ は次式によって推定される。

$$\sigma_{(m)}{}^2 = \frac{\sigma w^2}{6m} + \frac{\sigma b^2}{m} \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

Table 4 Results of testes of homogeneity, using analysis of variance, of mean hooked-rates of subblocks and cruises.

Block	Source of variation	Degrees of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
A June	Total	67	3.01		
	Subblocks	1	0.09	0.09	0.09/0.0573=1.57
	Cruises within subblocks	15	0.86	0.0573	0.0573/0.0404=1.42
	Operations within cruises	51	2.06	0.0404	
A Aug.	Total	171	9.86		
	Subblocks	3	0.18	0.06	0.1233/0.06=2.06
	Cruises within subblocks	39	4.81	0.1233	0.1233/0.0378=3.26 **
	Operations within cruises	129	4.87	0.0378	
C June	Total	39	1.57		
	Subblocks	1	0.09	0.09	0.0913/0.09=1.01
	Cruises within subblocks	8	0.73	0.0913	0.0913/0.025=3.65 **
	Operations within cruises	30	0.75	0.025	
C Aug.	Total	75	2.51		
	Subblocks	2	0.05	0.025	0.0738/0.025=2.95
	Cruises within subblocks	16	1.18	0.0738	0.0738/0.0225=3.28 **
	Operations within cruises	57	1.28	0.0225	

Number of operations of a cruise : 4
** : Significant at the 0.01 level.

Table 5 Comparison of standard error ($\sigma_{(m)}$) when number of cruises (m) is equal 1. The values of σw^2 and σb^2 correspond to those shown in table 2. $\sigma_{(m)}{}^2$ are estimated by formula (4).

Sea area	Month	$\frac{\sigma w^2}{6}$	σb^2	$\sigma_{(1)}{}^2$	$\sigma_{(1)}$	%	%
A	6	0.0047	0.0106	0.0153	0.124	97	101
	6	0.0077	0.0076	0.0153	0.124	97	101
	8	0.0062	0.0124	0.0186	0.136	106	111
	Mean				0.128	100	
B	6	0.0043	0.0082	0.0125	0.112	110	92
	7	0.0051	0.0034	0.0085	0.092	90	75
	Mean				0.102	100	
C	6	0.0051	0.0187	0.0238	0.154	119	125
	7	0.0089	0.0017	0.0106	0.103	80	84
	8	0.0066	0.0100	0.0166	0.129	100	105
	Mean				0.129	100	
Total mean					0.123		100

*9 具体的には言及出来ないが，群の形成様式及びそれに伴う分布，移動様式等に直接関連したことであると思われる。

第5表は m＝1 の場合の $\sigma_{(m)}^2$ 及び $\sigma_{(m)}$ [*10] を示したものである。全体を通じてみると，最低と最高の間に約1.7倍近くの開きがみられる。A及びC海域では開きが小さいが，C海域では大きい。また，$\sigma_{(1)}$ の値そのものは，A海域で全般的に大きく，B海域で小さい。しかしながら，このような差異が，これらの時期と海域に固有なものであるか否かについては，これだけの資料をもってしては云々出来ない。

4. サムプル数と信頼限界の推定

$\sigma_{(1)}$ に最小と最大の値を示したB海区7月，C海区6月及び全体の平均分散（$\sigma w^2=0.0365$, $\sigma b^2=0.0091$）を例にとって，航海数による平均値の95%信頼限界を計算した結果を第6表に示す。95%信頼限界は近似的に $\pm 2\sigma_{(m)}$ をもって示されるから，m＝1 の場合の最小，最大，平均の信頼限界はそれぞれ ±0.184，±0.308，±0.246 となる。真数に変換すると，それぞれ1.53，2.03，1.76となり，従って下限及び上限として，65%（$100\times\frac{1}{1.53}$）～153%（100×1.53），49%（$100\times\frac{1}{2.03}$）～203%（100×2.03），57%（$100\times\frac{1}{1.76}$）～176%（100×1.76）が得られる。以下mの増加に伴う計算は $\sigma_{(1)}$ に $\frac{1}{\sqrt{m}}$ を乗ずることによって得られる。

Table 6 Two sigma (95-percent) limits for mean hooked-rates in the cases of the minimum (B, July), maximum (C, June) and the mean (mean of the all blocks).

Blocks ($\sigma_{(1)}$)	Number of cruises	1	2	3	5	7	10	15	20	30	50
	Number of operations	6	12	18	30	42	60	90	120	180	300
B, July (0.092)	$2\sigma_{(m)}$	0.184	0.130	0.106	0.082	0.070	0.056	0.048	0.041	0.034	0.026
	Antilogarithm	1.53	1.35	1.28	1.21	1.17	1.14	1.12	1.10	1.08	1.06
	Lower limit (%)	65	74	78	83	85	88	89	91	93	94
	Upper limit (%)	153	135	128	121	117	114	112	110	108	106
C, June (0.154)	$2\sigma_{(m)}$	0.308	0.218	0.178	0.138	0.116	0.097	0.080	0.069	0.056	0.44
	Antilogarithm	2.03	1.65	1.51	1.37	1.31	1.25	1.20	1.17	1.14	1.11
	Lower limit (%)	49	61	66	73	76	80	83	85	88	90
	Upper limit (%)	203	165	151	137	131	125	120	117	114	111
Mean (0.123)	$2\sigma_{(m)}$	0.246	0.174	0.142	0.110	0.093	0.078	0.064	0.055	0.045	0.035
	Antilogarithm	1.76	1.49	1.39	1.29	1.24	1.20	1.16	1.14	1.11	1.09
	Lower limit (%)	57	67	72	78	81	83	86	88	90	92
	Upper limit (%)	176	149	139	129	124	120	116	114	111	109

なお参考迄に，第6表と同一例について，個々の操業を任意抽出すると仮定して，操業回数と信頼巾との関係を求めた結果を第7表に示す。

この場合には，操業回数 n の場合の平均値の分散を $\sigma'^2_{(n)}$ とすれば，$\sigma'^2_{(n)}$ は次式によって推定される。

$$\sigma'^2_{(n)}=\frac{\sigma w^2+\sigma b^2}{n} \quad \cdots\cdots\cdots (5)$$

第6表と第7表の比較によって明らかな如く，操業回数が等しい場合の精度は，何れも後者において勝っていることが判る。即ち，個々の操業を完全に任意抽出できれば推定値の精度はよくなるが，実情は航海と操業の二段抽出であるので，任意抽出の場合に比してある程度の不利はまぬがれないことを示している。

*10 B海域7月，C海域7月については有意差が認められないので（第2表参照）実際は σw^2 と σb^2 に分離して推定する必要はないのであるが，σb^2 の推定値に何れもプラスの得られているので，こゝにおいては一応(4)式によって推定を行った。

Table 7 Two sigma (95-percent) limits for mean hooked-rates computed on the assumption that each operation is sampled at random.

Two sigma limits are estimated by $\frac{2\sqrt{\sigma w^2+\sigma b^2}}{\sqrt{n}}$ (see formula (5), n : Number of operations).

Block ($\sqrt{\sigma w^2+\sigma b^2}$)	Number of operations (n)	6	12	18	30	42	60	90	120	180	300
B, July (0.184)	$2\sigma(n)$	0.150	0.106	0.087	0.067	0.057	0.048	0.039	0.034	0.027	0.021
	Antilogarithm	1.41	1.28	1.22	1.17	1.14	1.12	1.09	1.08	1.06	1.05
	Lower limit (%)	71	78	82	85	88	89	92	93	94	95
	Upper limit (%)	141	128	122	117	114	112	109	108	106	105
C, June (0.222)	$2\sigma(n)$	0.181	0.128	0.105	0.081	0.069	0.057	0.047	0.041	0.033	0.026
	Antilogarithm	1.52	1.34	1.27	1.21	1.17	1.14	1.11	1.10	1.08	1.06
	Lower limit (%)	66	75	79	83	85	88	90	91	93	94
	Upper limit (%)	152	134	127	121	117	114	111	110	108	106
Mean (0.214)	$2\sigma(n)$	0.175	0.124	0.101	0.078	0.066	0.055	0.045	0.039	0.032	0.025
	Antilogarithm	1.50	1.33	1.26	1.20	1.16	1.14	1.11	1.10	1.08	1.06
	Lower limit (%)	67	75	79	83	86	88	90	91	93	94
	Upper limit (%)	150	133	126	120	116	114	111	110	108	106

5. 航海当りの操業回数と σw^2, σb^2 との関係

漁船の操業は特殊の漁場を除いては1日1回が原則で，2回以上にわたることはない。従って,(操業期間の日数と）操業回数の間には極めて密接な関係がある。マグロの如き移動性の大きい魚種においては，仮に，Sampling の立場から考えるとすると，時間的な factor は地域的な factor と並んで重要と思われる。更に，操業期間が長びけば船の移動範囲も増すであろうから，操業回数の増加は，いわば Sampling field の拡大に通ずると考えることが出来よう。Sampling field の拡大は当然 σw^2 の増大をもたらすであろうから，そて結果として σb^2 は減少するであろう。このような予想のもとに，航海当りの操業回数と σw^2, σb^2 との関係について調べてみた。

σw^2, σb^2 に影響する factor は操業回数のみとは限らないであろうから，限られた標本に操業回数による効果を推定するためには，他の factor による影響を出来るだけ少くすることが望ましい。そこでこゝにおいては，次のような方法を試みた。

即ち，ブロックにおいて σw^2 と σb^2 の推定に使用した各航海（6回操業）について，釣獲率標本を第

Table 8 Explanation on the estimating method of the σw^2, σb^2 shown in table 9.
In the table, as an example, the method in the instance of two operations is treated.
σw^2 and σb^2 are computed by next formulae.

$$\sigma w^2=\frac{\sigma w^2(a)+\sigma w^2(b)+\sigma w^2(c)}{3}, \quad \sigma b^2=\frac{\sigma b^2(a)+\sigma b^2(b)+\sigma b^2(c)}{3}$$

Where, $\sigma w^2_{(a)}$ and $\sigma b^2_{(a)}$, $\sigma w^2_{(b)}$ and $\sigma b^2_{(b)}$, $\sigma w^2_{(c)}$ and $\sigma b^2_{(c)}$ represent within-cruise variance and between-cruise variance in the sets of a, b, c (lower table) respectively.

cruise \ operation		Sequence of operations					
		1	2	3	4	5	6
Sample No. of cruises	1	γ_{11} (1)	γ_{12}	γ_{13}	γ_{14}	γ_{15}	γ_{16}
	2	γ_{21}	γ_{22}	γ_{23}	γ_{24}	γ_{25}	γ_{26}
	……	……	……	……	……	……	……
	……	……	……	……	……	……	……
Set		a		b		c	

(1) : A hooked-rate sample of the first operation in the first cruise.

8表の如く操業順位に配列したうえで，1～2回目（a），3～4回目（b），5～6回目（c）の2回づつの3ツの部分に分け，次に，aはaどうし，bはbどうしというように各ブロックについてa，b，cの3組の組合せを作り，組別に航海内分散及び航海間分散の推定値を求め，更にこれら3組の推定値の平均値を求めて，2回操業における σw^2，σb^2 とみなした（資料については文末の第9表参照)。

全く同一航海標本と方法によって，3回操業の場合の σw^2 と σb^2 をも求めた。6回操業の場合の σw^2，σb^2 は既に第2表に示されている。これらの結果を一括して第9表の左欄に示す。別に，これらの分散の値

Table 9 Left : Relation between number of operations of a cruise and withen-cruise variance (σw^2), between-cruise variance (σb^2). The original data used in the analysis are shown in table 10.

Right : Comparison of standard error ($\sigma_{(m,n)}$) when total number of operations (m n) is equal 6.

$\sigma_{(m,n)}^2$ is estimated by next formula : $\sigma_{(m,n)}^2 = \frac{\sigma w^2}{m\,n} + \frac{\sigma b^2}{m}$

where m : number of cruis, n : number of operations of a cruise.

Sea area	Month	n	σw^2	σb^2	mn=6 m	mn=6 n	$\sigma_{(m,n)}^2$	$\sigma_{(m,n)}$	%
A	6	2	0.0231	0.0164	3	2	0.0094	0.097	78
		3	0.0256	0.0138	2	3	0.0112	0.106	93
		6	0.0282	0.0106	1	6	0.0153	0.124	100
	7	2	0.0308	0.0231	3	2	0.0128	0.113	91
		3	0.0338	0.0208	2	3	0.0160	0.126	102
		6	0.0460	0.0076	1	6	0.0153	0.124	100
	8	2	0.0280	0.0219	3	2	0.0120	0.110	81
		3	0.0317	0.0181	2	3	0.0144	0.120	88
		6	0.0373	0.0124	1	6	0.0186	0.136	100
B	6	2	0.0181	0.0152	3	2	0.0081	0.090	80
		3	0.0250	0.0085	2	3	0.0085	0.092	82
		6	0.0258	0.0082	1	6	0.0125	0.112	100
	7	2	0.0259	0.0068	3	2	0.0066	0.081	88
		3	0.0298	0.0037	2	3	0.0069	0.083	90
		6	0.0305	0.0034	1	6	0.0085	0.092	100
C	6	2	0.0255	0.0250	3	2	0.0126	0.112	73
		3	0.0298	0.0201	2	3	0.0151	0.123	80
		6	0.0307	0.0187	1	6	0.0238	0.154	100
	7	2	0.0372	0.0291	3	2	0.0159	0.126	122
		3	0.0427	0.0132	2	3	0.0134	0.116	113
		6	0.0536	0.0017	1	6	0.0106	0.103	100
	8	2	0.0256	0.0250	3	2	0.0126	0.112	87
		3	0.0314	0.0188	2	3	0.0146	0.121	94
		6	0.0395	0.0100	1	6	0.0166	0.129	100

を用いて，総操業回数を6と置いた場合の回数別の $\sigma_{(m)}^2$ 及び $\sigma_{(m)}$ の計算値を右欄に示す（2，3，6回に従って，それぞれ m＝3，2，1となる)。

表によって明らかな如く，全ブロックを通じて2，3，6回と回数の増加に伴って σw^2 は増大し，σb^2 は減少している。そして全体としての操業当りの平均値の分散は，総操業回数が等しいにもかゝわらず一定とはならない。大多数のブロックにおいて，回数の少い方が $\sigma_{(m)}$ が小さいが，C海域7月ではこれとは逆の関係になっている。しかしながら，何れにしても回数と $\sigma_{(m)}$ との間にほぼ平行的な関係が認められる点においては大体一致している。

このような事実は，標本によって σw^2，σb^2 を推定する際にも，又推定結果を適用する際にも重要な意義を有している。即ち，航海当りの操業回数は可成りまちまちであって一致しないのが普通である。従って現実の問題として，総操業回数（航海数によってゞはなく）によって，平均値の信頼巾を推定する問題が当然生じてくると思われるが，そのような場合には，一航海の操業回数が平均回数に近い航海標本によって σw^2，σb^2 を推定すればよいことが判る。つまり，そのような操作を行うことによって，偏りのない推定値を得ることが出来よう。

しかしながら，実際問題としては，平均回数に近いという制限を付することによって，σw^2，σb^2 を推定するための航海標本数が減少することを考えなければならない。また回数が等しくても連続操業の場合とそうでない場合とでは事情は異って来よう。その他細部にわたれば多くの問題点が予想されるので，この方法の現実面への適用に先だって，更に多くの事例について実証的な吟味を行っておく必要があると思われる。

6. 今後における問題点

漁船の資料を使って平均釣獲率の信頼巾を近似的に推定する方法について考え，実例について計算を行ってみた。しかしながら，こゝで採用した推定方法については適用に際して，次のような難点及び問題点が指摘される。即ち，(i) σw^2，σb^2 を推定するための航海標本が少い場合には適用出来ないこと，(ii) 場についての条件が極めて抽象的であるために，現実の適用に際して主観的な偏りの入るおそれが多分にあること，(iii) こゝにおいては漁船の個性は無視されているが，現実には漁撈能力にある程度の差があると考えるのが妥当と思われること，等のことが考えられる。これらの点について，今後の問題として若干の考察を行ってみたい。

(i) については，現実面からの制約を最も強く受けるのが (i) であることはいうまでもない。標本数がある程度以下になれば事実上適用出来ないであろうし，また，そのような場合が可成り多いと想像される。従って，そのような困難に対処するためには，例えば比較的資料の豊富に得られている漁場の中から，生態的並びに環境条件等を考慮してえらんだ幾つかの代表例について推定値を求め，それらの結果から法則的なものを導き出して（例えば層化というような手段によって），それぞれ海域の実情に応じて適用するというような方法が考えられる。計算能力という点を考えると，このような方法が許された唯一の方法であるとも考えられる。何れにしても，極めて近似的な結果しか期待出来ないであろうが，漁船の資料に依存する以上は止むを得ない。

(ii) については資料が少く且つ操業範囲が極めて局限されているような場合が特に問題になる。つまり，そのような範囲内において得られた標本を，どの程度の範囲内における任意標本とみなし得るかという問題であるる。このような問題に対しては，分布構造についての研究が先決問題であると思われる。本報告においては，海域A，B，C が大体そのような場としての条件を満すものと考えられた。今後は，(i) と同様な観点から，分布構造の研究を中心にして代表的な漁場について実地に当っおく必要があると思われる。

(iii) については，本報告では釣獲率を使用してあるので，操業毎の使用漁具数の多少による影響はある程度修正されているとみなしてさしつかえなかろう。使用漁具数が漁獲数の変動に及ぼす影響については既に MURPHY, ELLIOTT (1954)[*11] が試験船の資料を用いて分析を行っているが，その結果を参照すると，漁具数が 200 鉢（6本付漁具を使用してあるので，鈎数に換算すると 1,200本 となる）程度以上に達すると，その影響は著しく減少する事実が認められる。本報告においては，全体の約 95 %が 1,400～2,200 本の範囲内にあるので，使用鈎数の多少による影響は左程問題にならないと思われる。

---

*11　両氏の研究によれば，試験船の調査資料による場合と，漁船(日本) の資料による場合とでそれぞれ異った結果の得られたことを報告しているが，この点について著者は次のように考える。即ち，調査資料による場合には，分析の設計に際して，予め漁具数以外の factor は出来るだけ一定であるように配慮されているが，漁船の場合には，この点の配慮が充分ではない。従って，漁船の場合でも，漁具数による影響だけについて比較出来るような設計のもとに分析を行うならば，恐らく調査船の場合と似通った結果が得られるものと考えられる。

実際問題としては，漁具数の増加に伴う漁獲能率の低下という問題がより重要であると思われる。つまり1日当りの作業時間には限度があるので，漁具数がある程度以上に達すると鈎1本当り平均の水中浸漬時間の減少を来すことが考えられるからである。

漁具の構造についても考えなければならない。北部太平洋のビンナガ，メカジキ漁場を除いては，漁具1鉢当りの枝縄数として4，5，6本付けのものが広く使用されているが，本報告においては全体の約70％が5本付の漁具を使用し，残りの30％余が6，4本及びこれらの漁具の混用であった。現在のところ，何本付の漁具が最も能率的かという点についてはっきりした定説はない。過去の経験や操作の難易等の点からそれぞれ好みによる採択が行われているようである。この問題については，漁獲能率の増進という問題とも直接関連して来るので，今後はこの点の究明をも兼ねて研究を行う必要がある。

漁撈技術及び運航能力等の点で，ある程度船による能力差（釣獲率を単位にとった場合の）が存在すると思われる。具体的には，好漁場を探し当てる能力とか，あるいは一旦鈎に掛った魚を釣り落さない等の能力についてである。前者については，漁場の範囲が狭まればその影響は大巾に減少することが考えられる。母船式操業においては，同一の船について何回かにわたる航海資料が得られるので，それらの資料を使用することによって，船の能力差についてある程度の目安を得ることは可能のように思われる。

以上，船の個性と密接に関連していると思われる主要な factor について指摘したが，これらの factor は何れも航海内分散及び航海間分散の推定値に偏った結果をあたえるという点で注意しなければならない。

今後は，第2報以下において，(i)〜(iii) で言及した問題の究明を重点的に取り上げてゆく考えである。

Table 10. The original data of hooked-rates used in estimation of the σw^2, σb^2 shown in table 2 and 9.

(1) : Number of hooks used in an operation.

(2) : Catches adjusted to equivalent of 1,000 hooks.

1) Area A, June

No.		1			2			3			4	
Size of vessels (ton)	146			137			145			145		
Fishing area Lat. / Lon.	6°〜8° S 157°〜160° E			0°〜4° S 155°〜157° E			7°〜8° S 158°〜160° E			5°〜8° S 158°〜160° E		
Fishing period (day)	2〜7			7〜12			1〜6			12〜17		
	Hooks (1) (x)	Catches (2) (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations 1	2,142	14	1.2	1,750	26	1.5	2,000	28	1.5	2,000	26	1.5
2	〃	19	1.3	1,620	25	1.4	〃	46	1.7	〃	50	1.7
3	〃	20	1.4	1,720	24	1.4	〃	23	1.4	〃	23	1.4
4	〃	33	1.6	〃	41	1.6	〃	33	1.6	〃	27	1.5
5	〃	29	1.5	〃	53	1.7	〃	36	1.6	〃	27	1.5
6	〃	28	1.5	〃	41	1.6	〃	67	1.8	〃	28	1.5

No.	5			6			7			8		
Size of vessels (ton)	75			80			80			68		
Fishing area Lat. / Lon.	4°〜8° S 158°〜160° E			1°〜4° S 154°〜156° E			7°〜8° S 158°〜160° E			1°〜3° S 156°〜160° E		
Fishng period (day)	12〜17			2〜8			14〜20			2〜7		
	Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations 1	1,680	11	1.1	2,030	27	1.5	1,960	70	1.9	1,500	39	1.6
2	〃	45	1.7	1,960	31	1.5	1,540	20	1.4	〃	39	1.6
3	〃	58	1.8	1,890	41	1.6	1,380	36	1.6	〃	23	1.4
4	〃	69	1.9	1,960	43	1.7	1,500	19	1.3	〃	23	1.4
5	1,800	32	1.5	〃	20	1.4	〃	7	1.0	〃	21	1.4
6	〃	32	1.5	〃	34	1.6	1,620	23	1.4	〃	40	1.6

No.	9			10			11			12		
Size of vessels (ton)	68			83			60			75		
Fishing area Lat. Lon.	4°~6° S 157°~159° E			4°~6° S 158°~159° E			4°~5° S 159°~160° E			3°~5° S 159°~161° E		
Fishing period (day)	13~18			12~17			21~26			21~26		
	Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations 1	1,500	71	1.9	1,362	46	1.7	1,830	63	1.8	1,620	40	1.6
2	〃	78	1.9	1,800	73	1.9	〃	67	1.8	1,698	60	1.8
3	〃	53	1.7	2,100	83	1.9	〃	67	1.8	1,800	57	1.8
4	〃	53	1.7	〃	63	1.8	〃	32	1.5	〃	31	1.5
5	〃	50	1.7	〃	62	1.8	〃	47	1.7	1,698	38	1.6
6	〃	84	1.9	〃	21	1.4	〃	42	1.7	1,800	56	1.8

2) Area A, July

No.	1			2			3			4		
Size of vessels (ton)	99			60			60			150		
Fishing area Lat. Lon.	4°~8° S 158°~160° E			4°~6° S 159°~160° E			3°~5° S 158°~159° E			5°~6° S 155°~156° E		
Fishing period (day)	9~15			2~7			14~19			19~26		
	(1) Hooks (x)	(2) Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations 1	1,750	25	1.4	1,830	30	1.5	1,830	17	1.3	1,875	12	1.2
2	〃	21	1.4	〃	125	2.1	1,760	23	1.4	1,900	19	1.3
3	〃	39	1.6	〃	95	2.0	〃	115	2.1	〃	23	1.4
4	〃	22	1.4	1,660	32	1.5	〃	67	1.8	〃	41	1.6
5	〃	29	1.5	1,830	36	1.6	〃	81	1.9	〃	63	1.9
6	1,725	40	1.6	〃	30	1.5	〃	38	1.6	〃	65	1.8

No.	5			6			7			8		
Size of vessels (ton)	75			99			166			83		
Fishing area Lat. Lon.	3°~4° S 157°~161° E			3°~7° S 155°~160° E			3°~6° S 157°~159° E			4°~7° S 158°~160° E		
Fishing period (day)	23~28			18~25			20~27			12~19		
	Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequnce of operations 1	1,200	33	1.6	2,000	32	1.5	1,750	17	1.3	1,750	11	1.1
2	1,698	27	1.5	〃	43	1.7	〃	23	1.4	〃	17	1.3
3	〃	28	1.5	〃	33	1.6	〃	29	1.5	〃	23	1.4
4	1,200	27	1.5	〃	16	1.3	〃	6	1.0	〃	17	1.3
5	〃	51	1.7	〃	78	1.9	〃	29	1.5	〃	34	1.6
6	1,698	55	1.8	〃	32	1.5	〃	26	1.5	〃	9	1.1

No.	9			10			11			12		
Size of vessels (ton)	83			235			66			80		
Fishing area Lat. Lon.	3°~5° S 157°~160° E			1°~6° S 157°~160° E			4°~6° S 155°~157° E			4°~6° S 155°~160° E		
Fishing period (day)	18~25			13~30			25~30			24~30		
	Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sepuence of operations 1	2,100	50	1.7	1,680	10	1.1	1,700	146	2.2	1,760	17	1.3
2	〃	40	1.6	1,360	23	1.4	〃	103	2.0	〃	13	1.2
3	〃	32	1.5	1,720	21	1.4	〃	66	1.8	〃	20	1.4
4	〃	43	1.7	720	28	1.5	〃	32	1.5	1,720	41	1.6
5	〃	28	1.5	1,720	43	1.7	〃	38	1.6	〃	62	1.8
6	〃	59	1.8	〃	30	1.5	1,660	42	1.7	〃	102	2.0

No.		13			14			15			16		
Size of vessels (ton)		145			79			83			60		
Fishing area Lat.		4°~7° S			4°~7° S			5°~7° S			4°~5° S		
Lon.		156°~158° E			157°~159° E			155°~157° E			158°~159° E		
Fishing period (day)		18~27			24~29			23~28			23~31		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence	1	2,000	16	1.3	1,300	40	1.6	1,750	26	1.5	1,690	36	1.6
	2	〃	59	1.8	1,600	38	1.6	〃	69	1.9	〃	49	1.7
of	3	〃	42	1.7	〃	28	1.5	〃	52	1.7	〃	32	1.5
	4	〃	33	1.6	1,700	22	1.4	〃	11	1.1	〃	43	1.7
operations	5	〃	50	1.7	1,500	27	1.5	〃	23	1.4	〃	23	1.4
	6	〃	50	1.7	1,700	24	1.4	〃	20	1.4	〃	17	1.3

No.		17		
Size of vessels (ton)		153		
Fishing area Lat.		4°~6° S		
Lon.		155°~158° E		
Fishing period (day)		25~30		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)
Sequence	1	1,800	71	1.9
	2	2,000	47	1.7
of	3	〃	26	1.5
	4	〃	21	1.4
operations	5	〃	37	1.6
	6	〃	25	1.4

(3) Area A, Aug.

No.		1			2			3			4		
Size of vessels (ton)		68			153			66			80		
Fishing area Lat.		3°~5° S			5°~6° S			3°~6° S			4°~6° S		
Lon.		153°~155° E			154°~156° E			156°~158° E			158°~169° E		
Fishing period (doy)		2~7			1~7			8~14			3~9		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence	1	1,500	6	1.0	1,900	30	1.5	1,700	32	1.5	1,720	20	1.4
	2	〃	10	1.1	〃	26	1.5	〃	12	1.2	1,815	26	1.5
of	3	〃	7	1.0	〃	24	1.4	1,660	19	1.3	〃	76	1.9
	4	〃	20	1.4	〃	24	1.4	1,520	54	1.8	1,500	63	1.8
operations	5	〃	63	1.8	〃	34	1.6	1,660	63	1.8	1,740	33	1.6
	6	〃	15	1.3	〃	70	1.9	1,610	65	1.8	1,845	39	1.6

No.		5			6			7			8		
Size of vessels (ton)		83			146			79			60		
Fishing area Lat.		5°~6° S			4°~5° S			4°~6° S			3°~6° S		
Lon.		157°~159° E			154°~156° E			156°~157° E			157°~159° E		
Fishing period (day)		11~16			7~13			3~8			5~12		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence	1	1,750	44	1.7	2,040	49	1.7	1,200	25	1.4	1,690	5	0.9
	2	〃	33	1,6	〃	28	1.5	1,700	49	1.7	〃	37	1.6
of	3	〃	49	1.7	〃	24	1.4	〃	49	1.7	1,200	16	1.3
	4	〃	43	1.6	〃	27	1.5	1,500	46	1.7	1,690	31	1.5
operations	5	〃	27	1.4	〃	26	1.5	1,700	20	1.4	〃	20	1.4
	6	〃	37	1.6	〃	21	1.4	1,500	22	1.4	〃	36	1.6

No.		9			10			11			12		
Size of vessels (ton)		158			153			150			150		
Fishing area Lat. Lon.		4°~6° S 155°~160° E			4°~7° S 156°~159° E			4°~5° S 153°~154° E			5°~6° S 155°~157° E		
Fishing period (day)		1~7			12~21			3~9			17~22		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,700	29	1.5	1,800	22	1.4	1,900	21	1.4	1,900	26	1.5
	2	1,930	40	1.6	1,850	4	0.9	〃	26	1.5	〃	27	1.5
	3	〃	10	1.1	1,500	21	1.4	1,850	25	1.4	〃	40	1.6
	4	1,500	20	1.4	〃	19	1.3	1,900	31	1.5	〃	26	1.5
	5	1,700	35	1.6	〃	33	1.6	〃	11	1.1	〃	38	1.6
	6	〃	29	1.5	〃	34	1.6	〃	32	1.5	〃	13	1.2

No.		13			14			15			16		
Size of vessels (ton)		66			137			157			80		
Fishing area Lat. Lon.		3°~6° S 156°~158° E			2°~4° S 159°~161° E			3°~4° S 157°~158° E			5°~6° S 158°~159° E		
Fishing period (day)		20~26			22~27			26~31			15~20		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,700	19	1.3	1,880	8	1.0	1,750	100	2.0	1,800	44	1.7
	2	〃	39	1.6	〃	24	1.4	1,800	119	2.1	〃	33	1.6
	3	〃	25	1.4	1,580	14	1.2	〃	71	1.9	〃	45	1.7
	4	1,520	13	1.2	1,880	23	1.4	〃	72	1.9	〃	43	1.7
	5	1,560	37	1.6	〃	17	1.3	〃	47	1.7	〃	29	1.5
	6	1,700	16	1.3	〃	21	1.4	〃	20	1.4	〃	19	1.3

No.		17			18			19			20		
Size of vessels (ton)		75			75			99			166		
Fishing area Lat. Lon.		4°~6° S 155°~157° E			4°~6° S 157°~159° E			4°~5° S 157°~158° E			3°~5° S 156°~157° E		
Fishing period (day)		4~10			15~20			21~26			6~11		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,698	37	1.6	1,680	54	1.8	1,740	25	1.4	1,750	53	1.7
	2	1,572	16	1.3	〃	37	1.6	〃	12	1.2	〃	37	1.6
	3	1,680	25	1.4	〃	39	1.6	〃	30	1.5	〃	43	1.7
	4	〃	36	1.6	〃	49	1.7	〃	40	1.6	〃	23	1.4
	5	〃	33	1.6	〃	37	1.6	〃	10	1.1	〃	29	1.5
	6	〃	32	1.5	1,620	22	1.4	1,380	12	1.2	〃	20	1.4

No.		21			22			23			24		
Size of vessels (ton)		146			153			151			151		
Fishing area Lat. Lon.		6°~8° S 157°~159° E			3°~5° S 153°~155° E			1°~3° S 157°~160° E			2°~4° S 155°~157° E		
Fishing period (day)		18~23			22~27			11~16			23~28		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	20.40	14	1.2	2,000	19	1.3	1,480	68	1.9	1,480	28	1.5
	2	〃	30	1.5	〃	31	1.5	〃	80	1.9	〃	51	1.7
	3	〃	29	1.5	〃	52	1.7	〃	51	1.7	〃	37	1.6
	4	〃	29	1.5	〃	32	1.5	1,400	13	1.2	〃	76	1.9
	5	〃	30	1.5	〃	43	1.7	〃	31	1.5	〃	47	1.7
	6	〃	29	1.5	〃	34	1.6	1,480	53	1.7	〃	80	1.9

No.		25			26			27			28		
Size of vessels (ton)		235			242			79			75		
Fishing area	Lat.	4°~5° S			2°~4° S			3°~4° S			3°~5° S		
	Lon.	154°~156° E			150°~152° E			157°~158° E			155°~157° E		
Fishing period (day)		23~28			6~12			16~21			26~31		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ−3)
Sequence of operations	1	1,800	27	1.5	1,440	29	1.5	1,700	38	1.6	1,680	41	1.6
	2	〃	31	1.5	1,600	29	1.5	〃	21	1.4	〃	15	1.3
	3	〃	21	1.4	〃	58	1.8	〃	36	1.6	1,620	54	1.8
	4	1,400	6	1.0	〃	53	1.7	〃	24	1.4	1,630	36	1.6
	5	1,680	15	1.3	〃	67	1.9	〃	29	1.5	1,620	33	1.6
	6	1,280	84	1.9	〃	41	1.6	〃	37	1.6	〃	61	1.8

No.		29		
Size of vessels (ton)		154		
Fishing area	Lat.	5°~8° S		
	Lon.	158°~160° E		
Fishing period (day)		19~25		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,850	22	1.4
	2	1,900	10	1.1
	3	〃	7	1.0
	4	〃	24	1.4
	5	1,500	19	1.4
	6	1,850	14	1.2

(4) Area B, June

No.		1			2			3			4		
Size of vessels (ton)		153			153			153			150		
Fishing area	Lat.	10°~11° S			8°~11° S			6°~12° S			5°~9° S		
	Lon.	162°~163° E			162°~163° E			160°~163° E			162°~164° E		
Fishing period (day)		1~7			14~22			15~23			5~11		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	2,000	26	1.5	1,800	50	1.7	1.800	40	1.6	1,875	18	1.3
	2	1,750	21	1.4	1,475	40	1.6	〃	63	1.8	1,615	15	1.3
	3	1,800	20	1.4	1,600	36	1.6	〃	31	1.5	1,850	23	1.4
	4	〃	40	1.6	〃	80	1.9	〃	57	1.8	1,950	18	1.3
	5	〃	52	1.7	〃	38	1.6	〃	32	1.5	〃	23	1.4
	6	〃	27	1.5	〃	72	1.9	〃	42	1.7	〃	33	1.6

No.		5			6			7			8		
Size of vessels (ton)		150			151			145			145		
Fishing area	Lat.	10°~12° S			4°~6° S			7°~11° S			6°~10° S		
	Lon.	162°~163° E			160°~162° E			160°~164° E			160°~164° E		
Fishing period (day)		21~27			19~24			2~9			16~22		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,850	30	1.5	1,480	34	1.6	2,000	16	1.3	1,900	25	1.4
	2	1,750	45	1.7	〃	34	1.6	〃	21	1.4	1,950	25	1.4
	3	1,900	53	1.7	〃	49	1.7	〃	15	1.3	〃	14	1.2
	4	1,950	32	1.5	〃	51	1.7	〃	9	1.1	2,000	19	1.3
	5	〃	53	1.7	〃	40	1.6	1,900	61	1.8	1,900	34	1.6
	6	〃	33	1.6	〃	55	1.8	〃	79	1.9	〃	24	1.4

No.		9			10			11			12		
Size of vessels (ton)		99			99			99			158		
Fishing area Lat. Lon.		7°~9° S 161°~164° E			7°~9° S 160°~162° E			7°~9° S 161°~162° E			6°~11° S 162°~164° E		
Fishing period (day)		10~15			17~22			6~11			18~24		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence	1	1,650	46	1.7	1,700	24	1.4	1,750	46	1.7	1,920	11	1.1
	2	〃	30	1.5	1,750	33	1.6	1,400	35	1.6	1,930	26	1.5
of	3	〃	42	1.7	1,700	21	1.4	1,750	57	1.8	〃	52	1.7
	4	〃	58	1.8	1,750	29	1.5	1,940	23	1.4	〃	40	1.6
operations	5	〃	56	1.8	〃	31	1.5	1,890	32	1.5	〃	44	1.7
	6	〃	41	1.6	1,700	31	1.5	1,940	46	1.7	〃	35	1.6

No.		13			14			15			16		
Size of vessels (ton)		79			83			156			99		
Fishing area Lat. Lon.		6°~9° S 160°~162° E			4°~7° S 160°~162° E			9°~11° S 161°~163° E			7°~12° S 162°~164° E		
Fishing period (day)		15~22			21~27			5~11			20~26		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence	1	1,600	56	1.8	1,800	38	1.6	1,980	28	1.5	1,850	29	1.5
	2	〃	22	1.4	2,100	32	1.5	〃	30	1.5	1,750	25	1.4
of	3	1,650	12	1.2	1,800	22	1.4	〃	39	1.6	〃	46	1.7
	4	〃	21	1.4	2,100	50	1.7	〃	30	1.5	1,900	22	1.4
operations	5	1,600	28	1.5	〃	46	1.7	〃	10	1.1	〃	30	1.5
	6	〃	31	1.5	〃	72	1.9	〃	16	1.3	〃	17	1.3

(5) Area B, July

No.		1			2			3			4		
Size of vessels (ton)		75			158			79			156		
Fishing area Lat. Lon.		5°~7° S 160°~162° E			9°~11° S 162°~166° E			9°~11° S 160°~162° E			9°~10° S 161°~163° E		
Fishing period (day)		1~6			1~8			6~12			5~11		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence	1	1,698	29	1.5	1,500	27	1.5	1,500	28	1.5	1,980	28	1.5
	2	〃	40	1.6	1,930	33	1.6	〃	40	1.6	〃	30	1.5
of	3	〃	90	2.0	〃	8	1.0	〃	31	1.5	〃	39	1.6
	4	〃	38	1.6	〃	21	1.4	〃	51	1.7	〃	30	1.5
operations	5	〃	34	1.6	〃	17	1.3	〃	27	1.5	〃	10	1.1
	6	〃	41	1.6	〃	43	1.7	〃	23	1.4	〃	16	1.3

No.		5			6			7			8		
Size of vessels (ton)		138			152			150			99		
Fishing area Lat. Lon.		4°~9° S 160°~161° E			10°~12° S 162°~163° E			7°~11° S 160°~163° E			9°~11° S 162°~163° E		
Fishing period (day)		19~25			16~21			4~11			3~8		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence	1	1,900	14	1.2	900	67	1.8	1,870	37	1.6	1,900	61	1.8
	2	〃	22	1.4	1,825	20	1.4	1,900	19	1.3	〃	36	1.6
of	3	〃	25	1.4	〃	27	1.5	〃	31	1.5	2,000	51	1.7
	4	〃	42	1.7	〃	28	1.5	〃	34	1.6	〃	38	1.6
operations	5	〃	43	1.7	〃	34	1.6	〃	20	1.4	1,900	26	1.5
	6	2,000	32	1.5	〃	18	1.3	〃	49	1.7	2,000	27	1.5

No.		9			10			11			12		
Size of vessels (ton)		66			242			83			235		
Fishing area	Lat.	8°~10° S			8°~11° S			4°~7° S			4°~9° S		
	Lon.	161°~163° E			161°~169° E			160°~162° E			160°~166° E		
Fishing period (day)		3~8			2~8			1~6			17~27		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)
Sequence of operations	1	1,550	35	1.6	1,520	13	1.2	1,750	26	1.5	1,720	31	1.5
	2	1,750	41	1.6	1,440	23	1.4	〃	42	1.7	1,600	23	1.4
	3	〃	42	1.7	1,520	22	1.4	〃	37	1.6	1,720	22	1.4
	4	〃	34	1.6	1,560	31	1.5	〃	33	1.6	〃	18	1.3
	5	1,700	7	1.0	〃	32	1.5	〃	26	1.5	〃	27	1.5
	6	1,340	22	1.4	〃	5	0.9	〃	17	1.3	〃	17	1.3

No.		13		
Size of vessels (ton)		157		
Fishing area	Lat.	10°~12° S		
	Lon.	162°~163° E		
Fishing period (day)		16~22		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log ($\gamma+3$)
Sequence of operations	1	1,800	37	1.6
	2	〃	26	1.5
	3	〃	43	1.7
	4	〃	20	1.4
	5	〃	37	1.6
	6	〃	36	1.6

(6) Area C, June

No.		1			2			3			4		
Size of vessels (ton)		146			145			99			152		
Fishing area	Lat.	10°~11° S			10°~11° S			9°~11° S			10°~11° S		
	Lon.	159°~161° E			159°~161° E			159°~161° E			159°~162° E		
Fishing period (day)		17~22			25~30			20~25			18~23		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)
Sequence of operations	1	2,160	50	1.7	2,000	41	1.6	1,650	42	1.7	1,875	22	1.4
	2	〃	41	1.6	〃	37	1.6	〃	71	1.9	〃	40	1.6
	3	〃	36	1.6	〃	21	1.4	〃	65	1.8	〃	46	1.7
	4	〃	64	1.8	〃	29	1.5	〃	42	1.7	〃	21	1.4
	5	〃	100	2.0	〃	25	1.4	〃	53	1.7	〃	53	1.7
	6	〃	107	2.0	〃	28	1.5	〃	47	1.7	〃	63	1.8

No.		5			6			7			8		
Size of vessels (ton)		66			157			157			156		
Fishing area	Lat.	10°~11° S			9°~11° S			8°~11° S			9°~11° S		
	Lon.	159°~161° E			160°~161° E			156°~162° E			158°~161° E		
Fishing period (day)		22~27			19~26			19~28			22~28		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)	x	γ	log ($\gamma+3$)
Sequence of operations	1	1,700	26	1.5	1,650	80	1.9	1,500	41	1.6	2,100	30	1.5
	2	1,650	16	1.3	1,800	77	1.9	1,800	35	1.6	〃	20	1.4
	3	〃	13	1.2	〃	50	1.7	〃	48	1.7	1,980	25	1.4
	4	〃	25	1.4	〃	23	1.4	〃	36	1.6	2,100	34	1.6
	5	1,700	47	1.7	〃	81	1.9	〃	73	1.9	1,920	18	1.3
	6	〃	11	1.1	〃	38	1.6	〃	23	1.4	〃	26	1.5

No.		9			10			11		
Size of vessels (ton)		154			154			99		
Fishing area Lat.		7°∼8° S			8°∼10° S			9°∼10° S		
Lon.		155°∼156° E			158°∼160° E			159°∼160° E		
Fishing period (day)		3∼8			19∼25			25∼30		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,750	54	1.8	1,750	48	1.7	1,750	16	1.3
	2	1,900	83	1.9	2.000	32	1.5	〃	47	1.7
	3	1,750	80	1.9	〃	22	1.4	〃	50	1.7
	4	1,850	62	1.8	1,400	56	1.8	〃	49	1.7
	5	〃	79	1.9	1,800	130	2.1	〃	18	1.3
	6	1,700	41	1.6	2,000	80	1.9	〃	12	1.2

(7) Area C, July

No.		1			2			3			4		
Size of vessels (ton)		154			154			146			145		
Fishing area Lat.		8°∼9° S			8°∼9° S			9°∼11° S			9°∼11° S		
Lon.		157°∼159° E			158°∼160° E			159°∼161° E			159°∼161° E		
Fishing period (day)		2∼8			15∼20			9∼15			13∼18		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,950	45	1.7	1,850	33	1.6	2,160	42	1.7	1,950	45	1.7
	2	1,800	55	1.8	1,900	56	1.7	〃	37	1.6	〃	30	1.5
	3	〃	101	2.0	1,850	34	1.6	〃	50	1.7	〃	24	1.4
	4	1,750	28	1.5	〃	61	1.8	〃	31	1.5	〃	22	1.4
	5	1,850	4	0.9	〃	21	1.4	2,052	25	1.4	1,900	12	1.2
	6	〃	49	1.7	1,200	24	1.4	2,160	3	0.8	〃	20	1.4

No.		5			6			7			8		
Size of vessels (ton)		157			145			153			137		
Fishing area Lat.		8°∼11° S			9°∼11° S			7°∼9° S			10°∼11° S		
Lon.		156°∼160° E			158°∼160° E			156°∼159° E			159°∼160° E		
Fishing period (day)		2∼9			5∼11			2∼8			2∼7		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,800	35	1.6	2,000	26	1.5	1,900	30	1.5	1,850	39	1.6
	2	〃	48	1.7	〃	33	1.6	〃	16	1.3	1,730	59	1.8
	3	〃	36	1.6	〃	25	1.4	〃	39	1.6	1,850	43	1.7
	4	〃	73	1.9	〃	27	1.5	〃	38	1.6	〃	32	1.5
	5	〃	23	1.4	〃	34	1.6	〃	128	2.1	〃	34	1.6
	6	〃	17	1.3	〃	20	1.4	〃	94	2.0	〃	48	1.7

No.		9			10			11			12		
Size of vessels (ton)		137			99			152			151		
Fishing area Lat.		8°∼10° S			8°∼11° S			7°∼11° S			8°∼10° S		
Lon.		157°∼160° E			156°∼160° E			155°∼159° E			156°∼160° E		
Fishing period (day)		14∼20			2∼8			1∼10			13∼19		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,850	24	1.4	1,650	30	1.5	1,460	14	1.2	1,710	14	1.2
	2	〃	33	1.6	〃	17	1.3	1,825	24	1.4	1,460	29	1.5
	3	〃	17	1.2	〃	27	1.5	〃	14	1.2	1,710	36	1.6
	4	〃	38	1.6	〃	78	1.9	〃	18	1.3	〃	10	1.1
	5	〃	94	2.0	〃	35	1.6	〃	47	1.7	〃	25	1.4
	6	〃	38	1.6	〃	34	1.6	〃	35	1.6	〃	21	1.4

No.		13			14			15			16		
Size of vessels (ton)		153			68			156			99		
Fishing area	Lat.	8°~10° S			9°~11° S			8°~10° S			7°~9° S		
	Lon.	158°~160° E			158°~160° E			156°~160° E			157°~159° E		
Fishing period (day)		15~23			21~27			22~28			21~29		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,900	16	1.3	1,500	27	1.5	1,980	12	1.2	1,700	25	1.4
	2	〃	16	1.3	〃	15	1.3	2,100	33	1.6	〃	64	1.8
	3	〃	21	1.4	〃	35	1.6	〃	33	1.6	〃	18	1.3
	4	〃	12	1.2	〃	48	1.7	〃	30	1.5	〃	29	1.5
	5	〃	68	1.9	〃	33	1.6	〃	34	1.6	1,600	31	1.5
	6	〃	92	2.0	〃	40	1.6	〃	26	1.5	1,700	22	1.4

No.		17			18		
Size of vessels (ton)		145			158		
Fishing area	Lat.	6°~8° S			9°~11° S		
	Lon.	154°~156° E			157°~160° E		
Fishing period (day)		24~29			15~21		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,950	19	1.3	1,780	15	1.3
	2	〃	110	2.1	〃	23	1.4
	3	〃	69	1.9	〃	20	1.4
	4	〃	66	1.8	〃	62	1.8
	5	〃	71	1.9	1,500	60	1.8
	6	〃	42	1.7	1,930	35	1.6

(8) Area C, Aug.

No.		1			2			3			4		
Size of vessels (ton)		145			145			153			68		
Fishing area	Lat.	6°~9° S			7°~8° S			8°~9° S			6°~8° S		
	Lon.	154°~158° E			155°~157° E			158°~160° E			155°~157° E		
Fishing period (day)		7~13			1~6			26~31			13~20		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,500	23	1.4	2,000	23	1.4	1,650	27	1.5	1,500	8	1.0
	2	1,900	21	1.4	〃	22	1.4	1,750	34	1.6	〃	9	1.1
	3	1,950	55	1.8	〃	18	1.3	1,700	17	1.3	〃	10	1.1
	4	〃	39	1.6	〃	42	1.7	1,600	21	1.4	〃	7	1.0
	5	〃	51	1.7	1,750	61	1.8	〃	38	1.6	〃	10	1.1
	6	〃	81	1.9	2,000	42	1.7	1,650	56	1.8	〃	47	1.7

No.		5			6			7			8		
Size of vessels (ton)		99			99			158			99		
Fishing area	Lat.	7°~8° S			7°~10° S			9°~11° S			9°~10° S		
	Lon.	156°~157° E			156°~157° E			155°~160° E			159°~160° E		
Fishing period (day)		1~6			12~18			12~18			1~6		
		Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations	1	1,500	55	1.8	1,850	35	1.6	1,900	21	1.4	1,650	27	1.5
	2	1,900	43	1.7	1,650	47	1.7	〃	11	1.1	〃	24	1.4
	3	1,650	28	1.5	〃	33	1.6	〃	24	1.4	〃	20	1.4
	4	1,900	24	1.4	〃	36	1.6	〃	22	1.4	〃	62	1.8
	5	〃	28	1.5	1,850	9	1.1	1,650	29	1.5	〃	55	1.8
	6	1,750	35	1.6	1,650	20	1.4	1,150	26	1.5	〃	39	1.6

No.	9			10			11			12		
Size of vessels (ton)	99			156			138			138		
Fishing area Lat. / Lon.	8°~10° S 157°~158° E			8°~9° S 157°~158° E			7°~11° S 153°~157° E			5°~6° S 152°~153° E		
Fishing period (day)	15~20			20~25			3~9			20~25		
	Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations 1	1,650	80	1.9	1,800	31	1.5	1,900	15	1.3	1,900	27	1.5
2	〃	72	1.9	〃	22	1.4	1,800	22	1.4	2,000	34	1.4
3	〃	48	1.7	〃	36	1.6	〃	32	1.5	1,500	23	1.5
4	〃	17	1.3	〃	87	1.6	1,900	20	1.4	1,900	34	1.6
5	〃	21	1.4	〃	23	1.4	1,800	22	1.4	2,000	46	1.7
6	〃	18	1.3	〃	12	1.2	1,900	25	1.4	〃	32	1.5

No.	13			14			15			16		
Size of vessels (ton)	145			145			235			154		
Fishing arae Lat. / Lon.	7°~10° S 156°~158° E			8°~10° S 156°~158° E			6°~8° S 154°~156° E			7°~9° S 156°~159° E		
Fishing period (day)	18~24			21~26			7~13			2~8		
	Hooks (x)	Catches (γ)	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)	x	γ	log (γ+3)
Sequence of operations 1	2,000	20	1.4	1,000	70	1.9	1,520	28	1.5	1,850	47	1.7
2	〃	22	1.4	1,900	37	1.6	1,720	38	1.6	〃	25	1.4
3	〃	33	1.6	〃	72	1.9	〃	76	1.9	〃	49	1.7
4	〃	19	1.3	〃	40	1.6	〃	115	2.1	〃	45	1.7
5	〃	20	1.4	〃	21	1.4	〃	38	1.6	〃	71	1.9
6	〃	26	1.5	〃	26	1.5	1,580	22	1.4	〃	11	1.1

文　　献

1） G.I. MURPHY and K. C. ELLIOTT： U. S. Wildlife Service, Spec. Sci. Rept, Fisheries No. 119 (1954)
2） 中村広司：南海区水研報告 I，(1951)
3） 南海区水研編輯：マグロ延縄漁業平年漁況図（昭和27年度版）(1954)
4） SNEDECOR, G. W. ： Statistical Methods, 4 th ed.（畑村他訳による）
5） 齊藤金一郎，浅井晃：標本調査の設計，培風館，東京（1951）
6） 藪田洋一，上柳昭治：南海区水研業績集，1－(28，29)，(1953)
7） 山中一：日水会誌，21 (12)，PP. 1187~1193 (1956)

キ　ハ　ダ　の　研　究　1

体長組成の季節変化（西カロリン諸島沿海）*

藪田洋一・行縄茂理

STUDIES ON THE YELLOWFIN TUNA I

Seasonal difference of size compositions in the adjacent waters of the west Carolines

Yōichi YABUTA, Mori YUKINAWA

Seasonal variations of size composition of the yellowfin tuna distributing in various current areas of the Pacific have been examined. Findings from the study are:

1) It seems that the growth and migration are controll the seasonal variations of size compositions

2) The young fishes (less than 100 cm) are added in these area. on March or April, and the large fishes (modal length are about 130 cm) are disappeared in these area on September or October.

3) The above phenomena are clearly noticed in the northern seas of equatorial counter current, are not clearly in the south equatorial current.

4) The area of north equatorial current and equatorial counter current seem to be similar environment for yellowfin tuna, but south equatorial current area has entirely different meaning to above currents.

マクロ，カジキ類の体長組成に関しては，年により，或いは季節によって異ること[1-3]や，海流系によって相違する例[4,5]等が報告されている。著者等は太平洋におけるキハダ主要漁場の一部である西カロリン諸島沿海（150°E以西）のキハダの体長組成について，海流系別に季節変化を検討し，若干の知見を得たので報告する。

この報告を草するにあたり，種々の御助言と御協力を頂いた中村所長，矢部部長，並びに遠洋資源部各位に深謝する。又製図の労にあたられた明神方子氏に感謝する。

I　資料及び整理の方法

資料は南海区水産研究所の調査計画に基いて，東京，焼津等の魚市場において蒐集した延縄漁船の操業記録と，その水揚物の体長測定資料を使用した。操業記録を参照して，体長測定資料を海流系別に分類整理した。各海流の潮界については殆んど資料が入手されていないので，水路部発行の海流図 ** を参照し，北赤道流，赤道反流及び南赤道流の潮界は夫々8°N，2°Nにあるものと仮定した。

海域を150°E以西の太平洋に限定した理由は第1図に示す如く，4°～8°N間の海域を経度10°毎に切り，夫々の区間の体長組成をみると，150°E 以西では大した差異がないが，150°E 以東では以西に比して modal length が大きい方にずれており，150°Eを境としてかなりの差異が認められるからである。150°E以東の海域については続報において述べることにする。

---

* 南海区水産研究所業績 第75号，日本水産学会中国四国支部大会で要旨発表（1955，11）

** 昭和11年9月30日発行

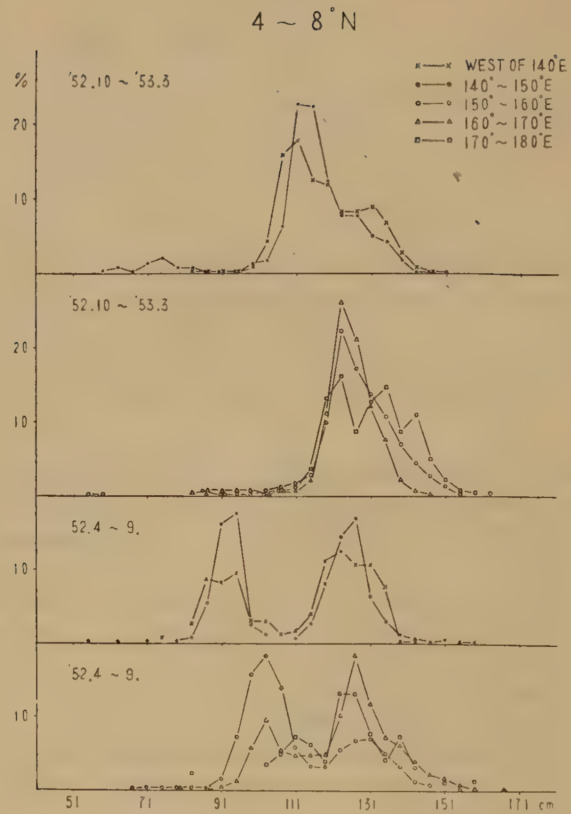


Fig. 1 Size frequency distributions (in percentage) of yellowfin tuna by longitude.

Ⅱ 海流別にみた体長組成の季節変化

イ）北赤道流々域（8°～12°N，第2図）

第2図から季節風* の転換期にあたる3月～4月，9月～10月を転機として，体長組成の変化することが認められる。

10月～3月の期間には 90 cm と 123 cm にモードを持つ群で構成されている。9月～10月を転機として，4月～9月に優勢を示した130cm以上の体長群が減少し，3月～4月を転機として，1月～3月にみられた 90 cm，120 cm 附近にモードを持つ群が夫々より大きい体長級に移行していることが認められる。

体長組成を年によって比較すると（資料の欠けている年があるが），モードの位置及び組成に若干の差異が認められるが，傾向的には大体一致している。又 1953 年 10 月～12 月に 90 cm 附近の小型群が著増し，1955 年3月迄の北西風季にはこれらの小型群の割合が大きいことは注目に値する現象と言えよう。

ロ）赤道反流々域（2°～8°N，第3図）

この流域における体長組成の季節変化は北赤道流々域において認められた現象と多くの点で一致する。10月～3月の体長組成についてみると，120cm 前後に明瞭に，90 cm 前後に鈍いモードがあらわれている。4月～9月に入ると，100 cm，127 cm 前後にモードがあらわれ，前者の割合が高くなり，2群の割合はほぼ1対1を示す年が多い。体長組成の季節変化についてみると，9月～10月を転機として，それ以前にみられた130cm附近の大型群が激減し，3月～4月を転機として，それ以前の2群のモードの位置が大きい方にず

* 4月～9月……南東風季，10月～3月……北西風季。

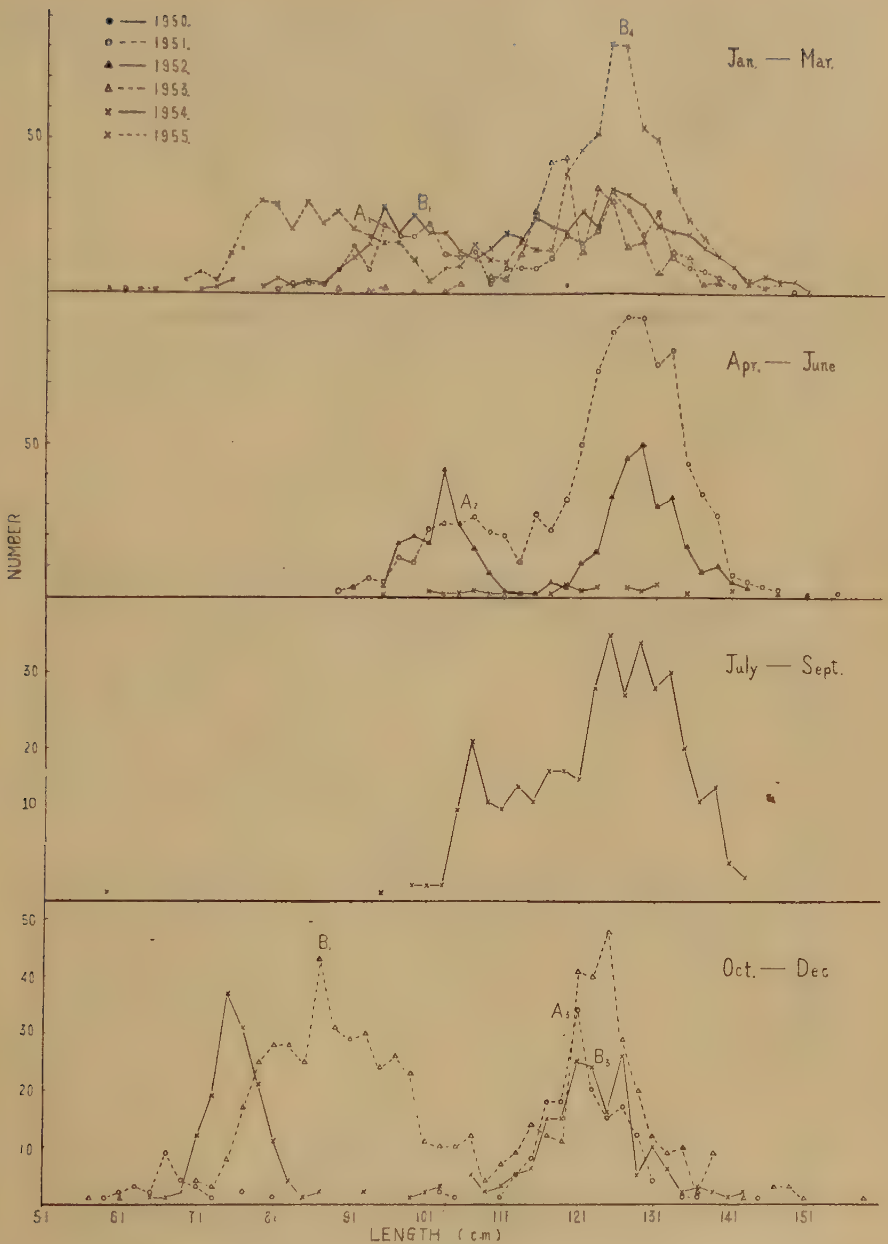


Fig. 2 Sise ferquency distributions (in number) of yellowfin tuna in the north equatorial current.

れ，100cm 前後の魚群の割合が増加している。

年による差異についてみると，年によってモードのあらわれる体長級にズレが認められる。図では明瞭でないが，第1表のように，体長組成にみられるモードの位置は，1950年以降小さい方に移行し，1952年を最小として再び大きい方に移行している。

この現象には相当に重要な意義が想定されるが，現状では論及困難である。

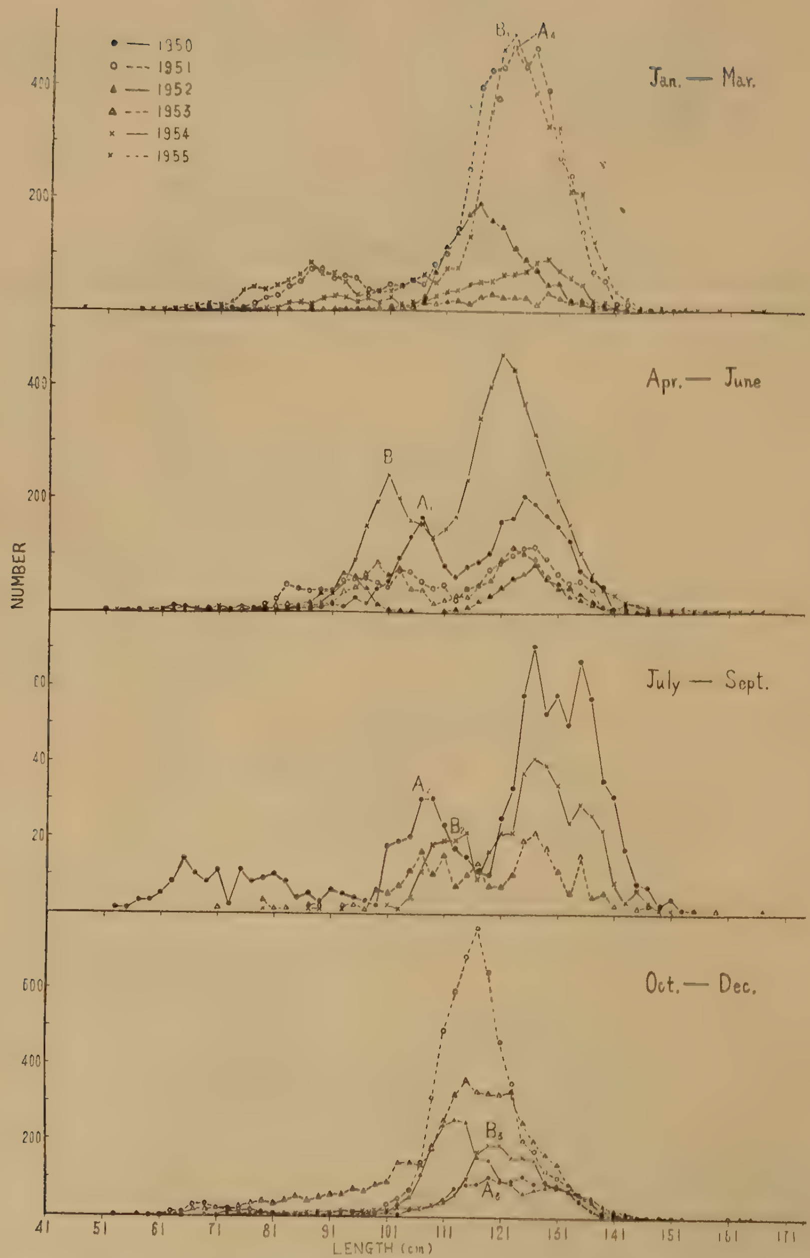


Fig. 3 Size frequency distributions (in number) of yellowfin tuna in the equatorial counter current.

Table 1 Modal length by year

Year	1950		1951		1952		1953		1954	
Season	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
Modal length	107 127	123	97 127	117	93 127	113	99 125	119	101 121	121

S — April～September N — October～March

ハ）南赤道流々域（2°N～2°S，第4図）

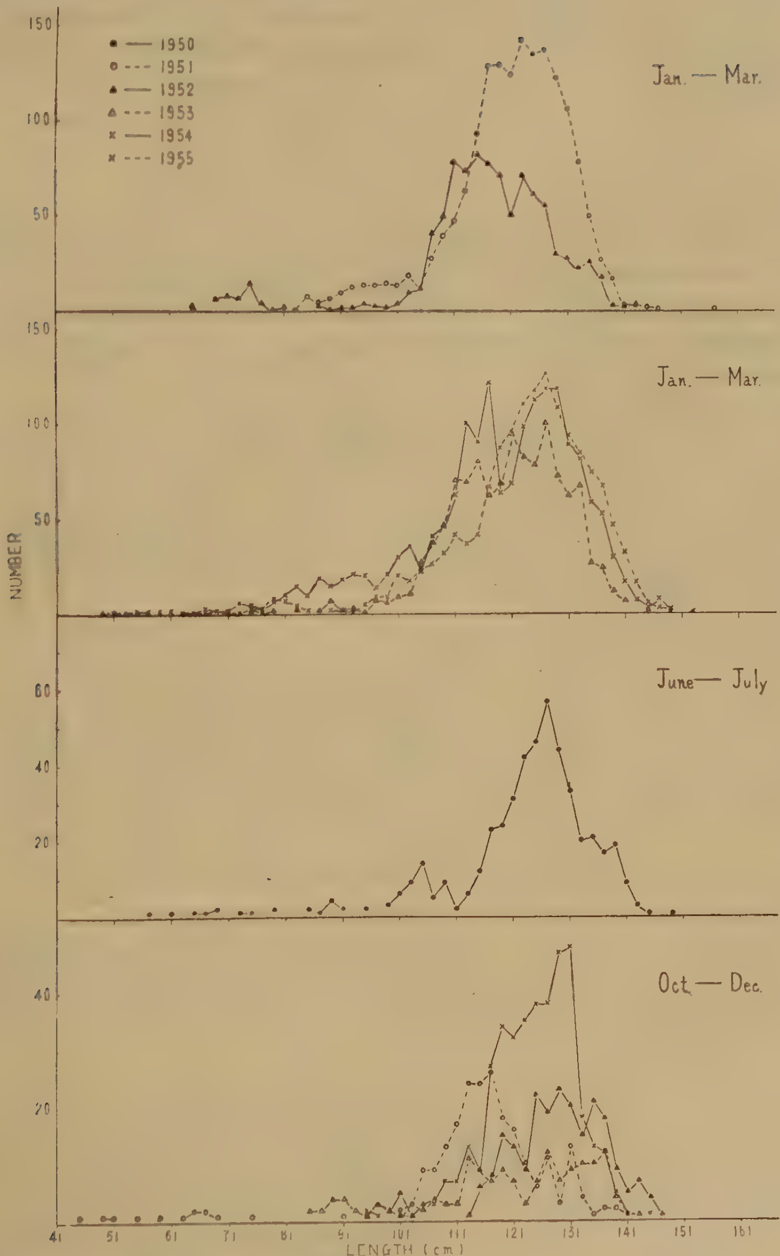


Fig. 4 Size frequency distributions (in number) of yellowfin tuna in the south equatorial current.

この海流々域における南東風季の資料は1950年5月～7月及び1954年4月，8月に得られている。1954年の測定資料は著しく少い（4月—183尾，8月—108尾測定）ので図示していないが，そのモードは120～130 cm 間にあるようである。又 1950年5月の組成も図示していないが，モードは 115cm 附近に認められるようである。

図から４月〜９月には 113 cm，125 cm 附近にモードがあるようであるが，10月〜３月には 120 cm 前後にモードがある。体長組成の季節変化についてみると，資料が少いので明らかでないが，両風季共に 120〜130 cm の魚群が主群となっている。即ち，この海流々域には周年大型群の割合が多く，季節変化は明らかでないように思われる。

Ⅲ 考　　察

イ）生活環境としての海流について

前章において３ケ月を１期間として，海流系別に体長組成の季節変化について検討した。海流系によって体長組成及びその季節変化は夫々異った性格を示したが，これを海流系別に整理すると，

i）北赤道流々域では他の海流々域に比して小型群の割合が多く，季節変化が明瞭に認められる。

ii）赤道反流々域における体長組成は北赤道流々域とは幾分異っているが，その季節変化は明瞭であり，ほぼ北赤道流の状態に一致する。

iii）南赤道流々域では大型群が多く，その季節変化は不明瞭である。

上述のように海流系によって，体長組成及びその季節変化の様相が異ることは，此等の海流系が夫々異った生活環境を形成しているものであること，つまり中村[(6)]の述べている生活圏に相当するものと考えられる。又北赤道流，赤道反流々域における体長組成に若干の差があるが，その季節変化の様相がよく類似した傾向を示すことは，両海流々域が，キハダの生活環境としては似通った意味を持っていることを示し，南赤道流々域とは異った意味を持つことを示唆していよう。

ロ）体長組成の季節変化の原因の検討

既に述べた如く，体長組成の季節変化は，海流系によって異るものであるが，この原因には大別して，魚群の成長と移動による影響の２つが考えられよう。

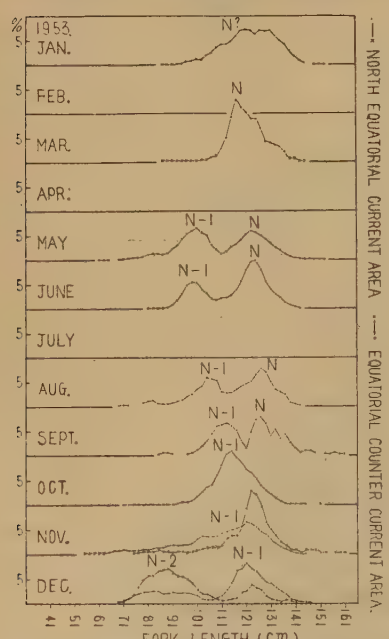


Fig 5　Monthly size frequency distributions (in percentage) of yellowfin tuna.

註　体長級を２cmとし，百分率を求め，３階級の移動平均を行ってある。

現段階では各群の量的推移について考察を加えるに至っていないが，体長測定資料が多く得られている赤道反流々域を中心に検討を加える。又北赤道流々域においても若干の測定資料があるので，両流域における夫々の月別体長組成を求めると，第５，６図に示す如くである。

体長測定資料は欠けている月もあるが，1953年１月以降は殆んど連続して得られている。両図には北赤道流及び赤道反流にわけて図示してあるが，両流域における体長組成については後述することとし，modal length の移行について検討する。

第５図（1953年１月〜12月）についてみると，1953年５月における体長組成には101cm，123cm にモードを持つ２群がある。この群が夫々１年差の年令群と仮定し，前者を（N−1）才群，後者をＮ才群とする。Ｎ才群は図の如く成長し，９月には127cmに達するが，10月に入ると明瞭な群として認められず，既に指摘した如く，この海域からの移動が考えられる。

（N−1）才群は４月以降，徐々に大きい体長級に移行する現象は明瞭であり，図示する如く，1953年12月には121cm に達する。上述の２群以外に，12月には 85cm 附近にモードを持つ（N−2）才群が出現している。

第６図（1954年１月〜1955年３月）は第５図に続く期間の

体長組成である。図についてみると，第5図に示した（N－2）才群と（N—1）才群が認められる。

（N—1）才群は月と共に成長し，9月には130cm位になるが，第5図に示したN才群と同様に10月に著減している。

（N—2）才群は月と共に大きい体長級に移行し，1955年3月には125cmに達する。1954年12月には77cm附近に（N－3）才群に相当すると思われる1群が出現し，月と共に大きい体長級に移行している。

この群は前年の同月より10cm小さい体長級にモードを持つが，翌年3月には91cmに達し，前年との差は少くなっている。

上述のように，明瞭なモードを持つ群を夫々1年差の年令群と仮定して，そのモードの移行をみると，年によって若干の相違があるが，各群が1年差の魚群であると言う仮定は正しいように考えられる。

このような事実から第2，3図に示したモードのうつりかわりはキハダの成長と密接な関係を持っていることが理解される。即ち成長に伴うモードの移行については $A_1 \rightarrow A_4$，$B_1 \rightarrow B_4$ が想定され，A_4，B_4 に成長した体長群については，他の海域への移動が考えられる。又 A_1，B_1 に相当する体長群の添加と，A_4，B_4 に相当する体長群の他海域への移動が，何れの年においても3～4月，9～10月を中心にして行われていることが特徴的である。このような事実が体長組成の季節変化を支配している主要な原因と考えられる。

A_1，B_1 に相当する体長群の添加について更に検討をすすめてみよう。

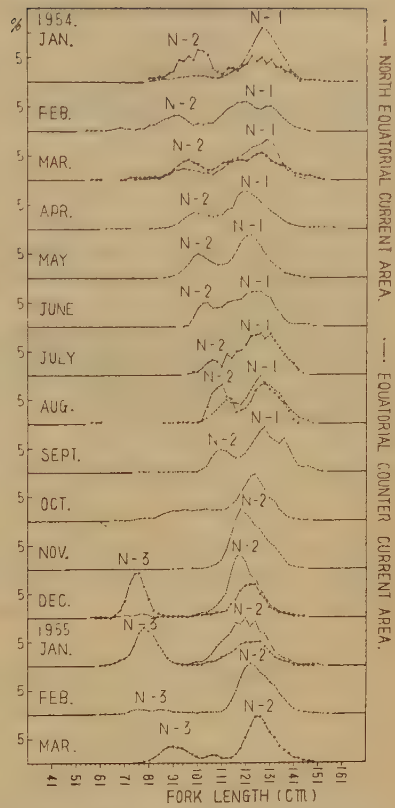


Fig. 6 Monthly size frequency distributions (in percentage) of yellowfin tuna.

註 体長級を2cmとし，百分率を求め，3階級の移動平均を行ってある。

第5図の（N－1）才群及び第6図の（N—2）才群は赤道反流々域内では3月以降にその割合が増大するが，10月～3月の期間には著しく少い。しかし図示するように，この小型群は10月～3月の期間には北赤道流々域においてその割合が多い。

又南赤道流々域においては，この小型群は殆んど痕跡的である。従ってこの小型群の補給ルートの一つとして，北赤道流々域から赤道反流々域に補給されている可能性が考えられる。

A_4，B_4 に相当する体長群は9月以降に北赤道流及び赤道反流々域から消失している。この魚群がどの海域に移行するものであるか明らかでないが，10月～12月の期間において南赤道流々域では130cm附近の魚群の多いことから一部南下するものと考えられる。このような魚群の大規模な移動や添加の漁況に及ぼす影響とその機構については目下検討中である。

マグロ類の移動と季節の関係については既に中村(6)が3月及び9月を中心として行われていると言う想定を与えているが，前述の事実は中村の想定と一致し，この想定の妥当性を裏付けるものと考えられよう。

Ⅳ 要　　約

海流系別に体長組成の季節変化を検討した結果，

i）体長組成の季節変化には，成長によるものと，魚群の移動によるものとの2つの場合が考えられる。

ii）3～4月を転機として，100cm以下の小型群がこれらの海域に添加され，9～10月を転機として，130

cm 群の消失という現象が明瞭に認められる。

しかしこれらの現象は赤道反流以北では明瞭に，南赤道流々域では不明瞭である。このことは北赤道流，赤道反流々域がキハダの生活環境として似通った意味を持ち，南赤道流々域とは全く異ったものであるためと思われる。

引用文献

1）上村忠夫・本間操：　南海区水産研究所業績集第1号（1953）南海区水研業績第46号
2）上柳昭治：日水会誌，Vol，19，No. 11，(1954)
3）須田　明：日水会誌，Vol. 20，No. 6，(1954)
4）中村広司他：南海区水産研究所業績集第1号（1953）南海区水研業績第13号
5）籔田洋一・行縄茂理：南海区水産研究所報告第5号（1957）南海区水研業績第80号
6）中村広司：水産科学，第14号（1954）

日本近海に於けるキハダの年令と成長*

藪田洋一・行縄茂理

Age and growth of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) in Japanese waters by size frequencies.

Yōichi YABUTA, Mori YUKINAWA

Length- or weight-frequency, scale readings and vertebra-centra analysis to study of growth and age of tunas has been reported.

We calculated growth curve for yellowfin tuna from length frequencies of fish taken in Japanese waters from 1953 to 1955.

As the results, our growth curve indicates that the yellowfin tuna grows rappidly during at least the earlier years of life.

Our growth curve demonstrates more rapid growth than the curve of Kimura (1932) or Aikawa and Kato (1938), and are well agree with a growth curve in Hawaiian waters calculated by Walford (1946) and H. L. Moore (1951).

太平洋に於けるキハダの主要漁場は熱帯海域であるが，日本近海に於いてもかなりの漁獲がみられる。夏季には竿釣でキハダ若年魚がカツオやメバチの若年魚と共に混獲される。冬季には一部で竿釣が行われているが，主として延縄の漁期となっている。

著者等は日本近海で竿釣或いは延縄で漁獲されるキハダの月別体長組成から，年令と成長について考察し，知見を得たので報告する。本報告を草するに当り，適切なる御助言と御協力を頂いた中村所長，矢部遠洋資源部長，並に遠洋資源部各位，又計算，作図の労をわずらわせた明神方子氏に謝意を表する。

I 資料及び整理の方法

資料は南海区水産研究所，遠洋資源部の調査計画に基いて，東京，焼津，勝浦（和歌山県）等の魚市場で竿釣並に延縄漁船の水揚物について，体長測定を行ったものである。延縄漁業は，広範な海域で行われているが，考察の便宜上20°N以北，130°～140°E の海域に於ける資料を用いた。これらの資料を漁法別，月別に整理し体長組成** を求めた。

II 考　　　察

既述した様に，得られた資料は竿釣と延縄と云う全く異った漁法によっている。漁法が異ると，その漁獲物の体長組成も全く異ることが認められる。竿釣で漁獲されるものの体長範囲は，30～120cmであるが，明瞭なモードが認められるのは 80cm 位迄である。延縄で漁獲されるものは，竿釣よりも大型で，体長群を形成するのは 80 cm 以上 150 cm 迄である。

このように両者の体長組成には，著しい相違がみられるので以下漁法別に検討する。

1）竿釣漁獲物の体長組成 ***

資料の得られた範囲は上述の如くであるが，主として得られているのは，28°N 以北の伊豆，小笠原列島

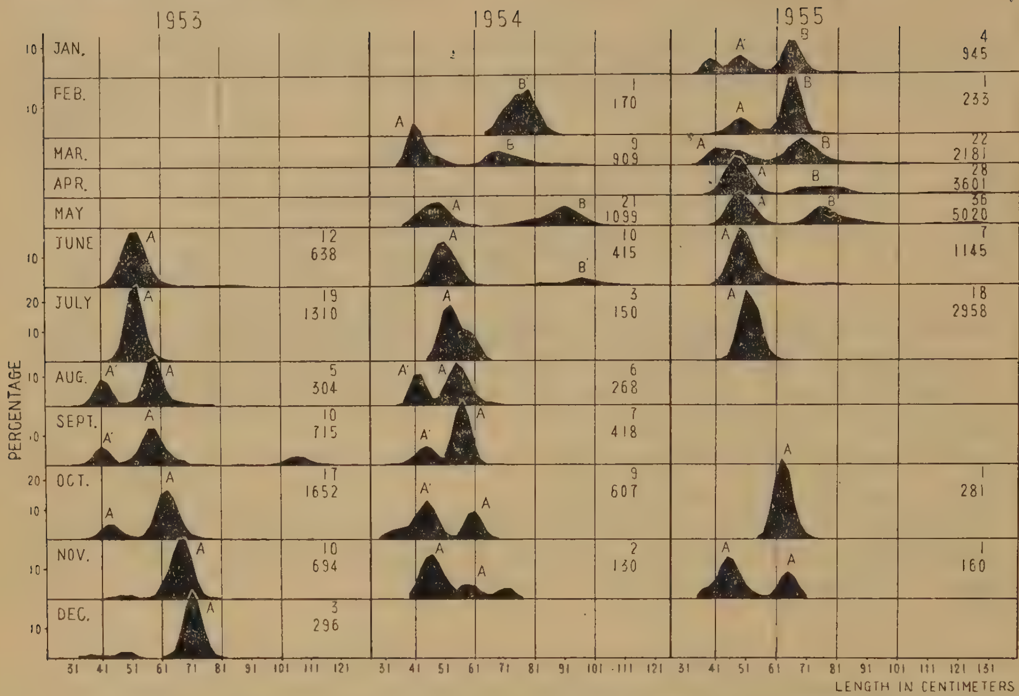
---

* 南海区水産研究所業績　第78号

** 体長級を２cmとし，百分率を求め，３階級の移動平均を行った。

*** 竿釣によって漁獲されるキハダ若年魚の体長組成（1955年２月中国四国支部例会に於いて発表）

周辺と高鵬礁＊の漁場である。



remarks : upper …. number of ship. lower …. number of fish measured.

Fig. 1 Monthly length frequency distributions of yellowfin tuna by pole and line. (20°−36°N, 135°−143°E)

第１図に20°〜38°N間の資料を一括して月別の体長組成を示す。一括して示した理由は，亜熱帯牧斂線の存在を考慮して，28°N南北で体長組成を比較すると，Modal length には殆んど差異がみられないことに依る。第１図にみられる如く，1953年〜1955年の３ケ年を通じて，A，A′群及びB，B′群は同じ季節にはほぼ良く似た体長級にあらわれている。各群の Modal length についてみると，月の進行に伴い大きい体長級に移行する成長現象が認められる＊＊。

従ってB，B′群は前年のA群の成長した魚群であろうと思われる。

次にA群と前年のA′群は，（A−1）Age group の成長の早いもので，早期に日本近海に来游し，翌年のA群の構成に関与するのではないかと考えている。

この様に体長組成に毎年同一の傾向がうかがわれることは，AとB（B′）の各群が１年差の魚群であることを示しているものであろう。

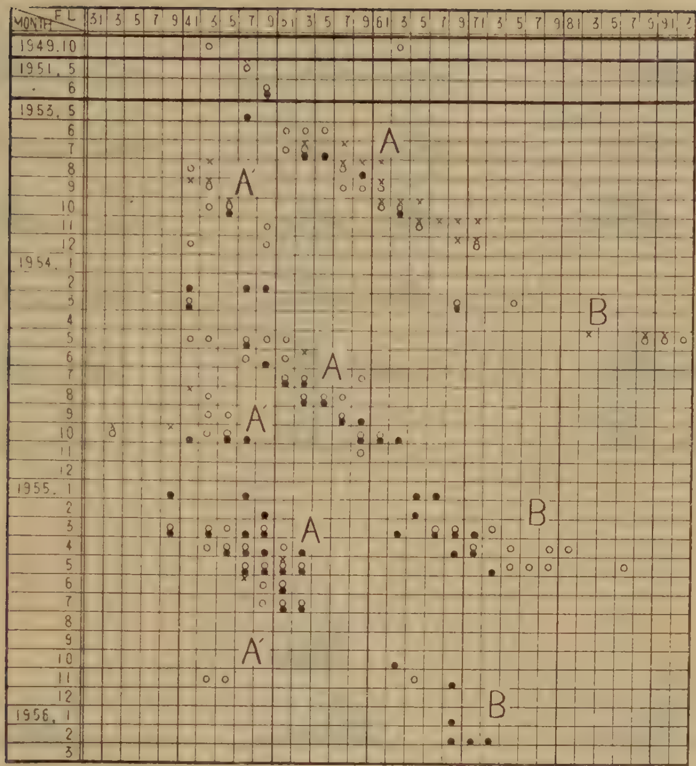
２）延縄漁獲物の体長組成

第２図は1953年１月から1955年12月の期間に於ける月別体長組成を示す。

各月の体長組成には２〜３個のモードが認められる。７〜９月の資料が欠如しているので明らかでないが図に示すA，B，Cの各群には成長に依ると考えられる Modal length の移行が認められる。A群については３〜５月にかけて Modal length の移行は著しく早い。この様な著しい移行については，不連続と云

＊ 位置は26°N，135°E

＊＊ 船別のサンプルについて検討してみると，月別に一括された体長級の中でも附図１に示す如く，かなりの変動を含みつつも Modal length には季節的に連続した移行がみられる。



remarks： × northern seas of 34°N
○ waters between 28°−34°N
● waters between 20°−28°N

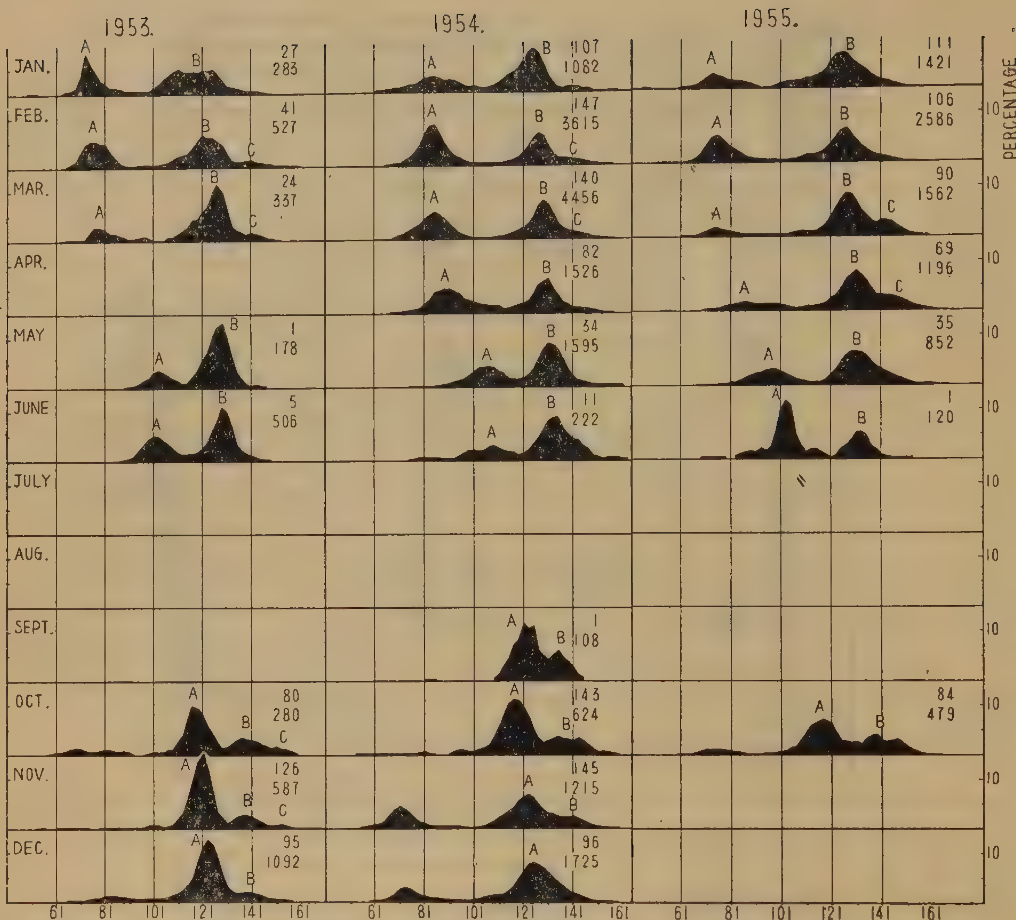
Appendix Fig. 1 Seasonal modal length by each samples (pole and line).

う見方も成り立つので，資料の多い1954年に於ける４月及び５月の体長組成を15日毎に求めると，第３図の如くなる。第３図はこの間のモードの移行が連続的に行われていて，第２図にみられるモードの移行が成長に伴うものである可能性を大きくしている。C群の移行は著しく小さく，且つ分離した群として現われない時が多いので，一年令群で構成されているか否かにも疑問がある。第２図に示す様に，A，B，Cの各群の現われ方とその成長度は年によって多少の差はあるが，傾向的に良く一致している。

図に示す各群は，C群を除けば夫々一年の差をもつ年令群であるとみなしても大した誤りはなさそうである。

３）成長と年令についての考察

第１，２図共に成長によると思われる Modal length の移行と，前述した様な各群は夫々年令群であると云う事を前提として，竿釣で漁獲されたものと，延縄で漁獲されたものとの間にみられるモードのズレについて吟味してみた。第１～２図のモードの位置を年月別に Plot してみると，第４図に示す如くである。12～３月の期間に現われる，70～80 cm 群のモードの位置は竿釣で漁獲されるものと，延縄で漁獲されるものとの間で，５～10 cm のズレを示している。この時期に同じ海域で巾着網によって漁獲されたものの体長組成にみられるモードは，図に×印で示す様に，竿釣のものより５ cm 程大きい。このようにモードの位置がほぼ同じ海域であるにかかわらず，漁法によって異る原因は解らないが，この様なズレを含みつつも前述した前提のもとに，竿釣漁獲物にみとめられたモードの系列をたどって行くと，殆んど無理なく延縄漁獲物



remarks: upper ··· No. of ship. lower ··· No. of fish measured.

Fig. 2 Monthly length frequency distributions of yellowfin tuna by longline.

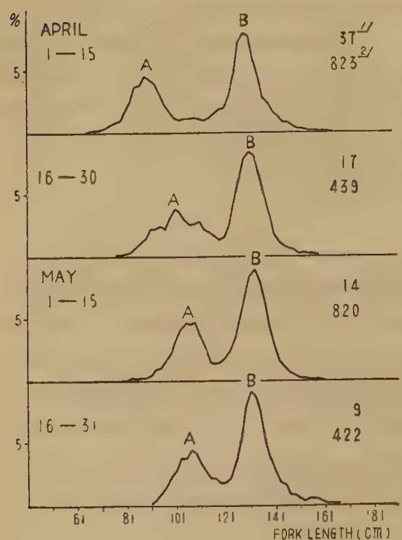


Fig. 3 Length-frequency distributions (in percentage) of longline catches of yellowfin tuna in Japanese waters. (April, May, 1954)

1/ No. of ship. 2/ No. of fish measured.

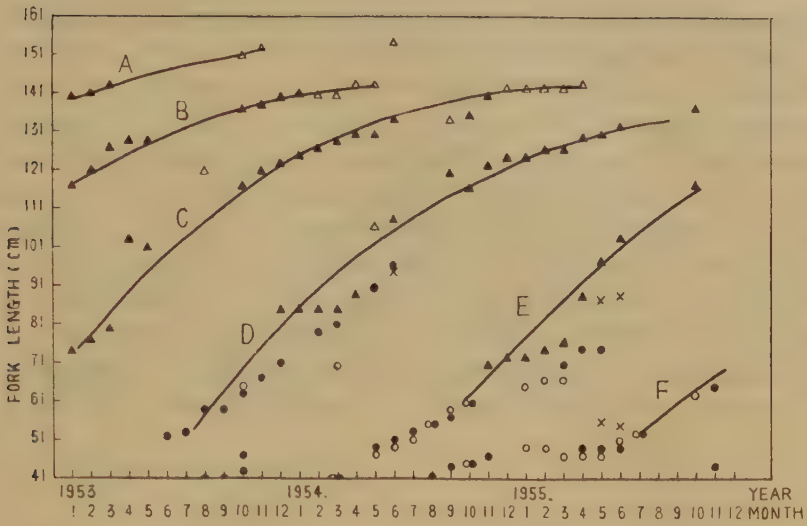


Fig. 4 Actual and constructive modal length plotted against months and showing assigned modal groups.

のそれに連続しているのがわかる。これらの系列はA～Fの各曲線で示すことが出来る。この様に竿釣漁獲物と延縄漁獲物について，全く別個に推定した成長曲線が殆んど無理なく連続されることは，これらの推定が妥当である可能性を更に大きくしている。又第4図から成長度は年によって異ることが窺われる。この現象のもつ意味については論及困難である。

マグロ類の産卵は，広範な海域で周年行われているが，Schaefer[(1)], Moore[(2)] [(3)]は主として夏季に行われているものであろうと述べている。又南海区水産研究所及び千葉水試ふさ丸の調査資料によれば，キハダの産卵は夏季に多く行われているものの様である。

マグロ類の成長について，岸上[(4)]は"クロマグロは8～9月に30cm位のものは，翌春に約60cmに成長し，

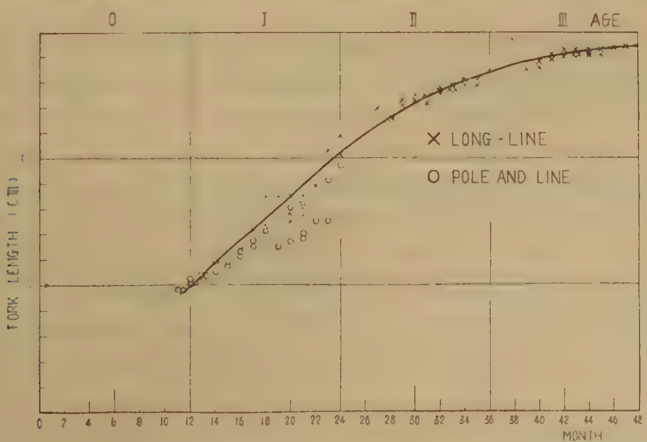


Fig. 5 Age-length curve of yellowfin tuna in Japanese waters.

２年後に 100 cm に達する”と述べている。Walford[5]（1946），Moore[3] 等は，ハワイ近海のキハダの成長は早く，２年後には 100 cm に達すると報告している。

上述の事柄を考慮して，日本近海で６月に漁獲される 51cm にモードを持つ群が，０ Age の終りのものと考え，第４図のＤはＣとの間に１年，Ｆ，Ｂは２年，Ａは３年のひらきをもつとして Phase をずらし，成長曲線を求めると第５図＊の如くなる。第５図には 50cm 以下即ちＡ′群を Plot していない，その理由は，Ａ′群は翌年のＡ群の構成に関与すると考えられ，この群を系列に加えると，多くの矛盾が生ずる。従って将来はＡ′ 群がいかなる群であり，他の群との関係はどの様になっているかについて検討を加えたいと考えているが，現段階ではこの群を除外しても，成長を考察するに当り大きな誤りはないように考える。

又著者等は西カロリン諸島沿海及び東カロリン諸島沿海に於けるキハダ体長組成[6,7]について報告し，キハダの成長度は魚体の大きさで異ることを指摘した。これら熱帯海域に於ける体長組成から求められるモードの位置を月別に Plot すると，第６図に示す如くである。熱帯海域に於いては，延縄漁業のみが行われている関係から，漁獲される魚体は大きく，80 cm 以下のものは殆んど漁獲されていない。第６図を第４図と

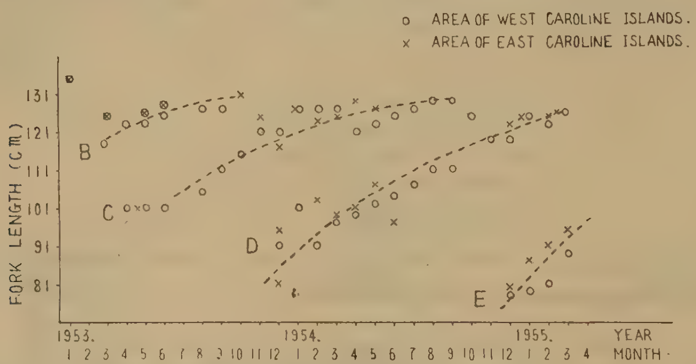


Fig. 6　Modal length plotted against the month.

比較すると，両図のＢ〜Ｅなる曲線は，夫々対応するものと考えられる。これらの各曲線は若干のズレはあるが，ほぼ一致していると云えるであろう。この様に各曲線が一致することから，海域が全く異ってもその成長度はほぼ同じものと考えることが出来る。又これらの成長曲線は魚体の小さいものではズレが著しく，大きいものでは小さくなる傾向を示しているようである。又これらのもつ意味については，現状では論及出来ない。

４）結果の考察

キハダの年令については，体重分布や脊椎骨の輪紋等から研究が行われている。これらの研究に依って得られた成長曲線と著者等の得た結果を較べると，第７図に示す様にかなりの相違がある。

著者等が体長組成から求めた日本近海のキハダの成長度は，木村[8]（1932），相川，加藤[9]（1938）等が算出した如く，小さいものでなく，非常に大きいものである。Walford（1946），Moore（1951）等が体重分布から求めた，ハワイ近海のキハダの成長とは非常に良く一致している。しかし著者等が体長分布から求めた成長度と，Moore が体重分布から求めた成長度とはⅢ Age group の終りに多少の差が生じている。これは成長度を求めた方法の相違，又日本近海ではハワイ近海に較べⅢ Age group の全体に占める割合の小さいこと，そしてモードもあまり明瞭でないこと等によるものと思われる。

上述のようにキハダの成長度は非常に大きいものであるが，Ⅱ Age 迄の成長度は岸上（1923）が述べているクロマグロの成長とよく一致する。又現在迄に求められた他のマグロ類の成長度と比較すると，非常に

＊　１Age の終りに Modal length の著しく小さいものがあるが，これは1955年１〜５月の資料（第４図Ｅ線）によるものである。

大きいものとなっている。第7図に示す木村の算出したクロマグロの体長と年令の関係は，その体重をキハダの体重に相当させて画いた曲線であるから，実際に体長で記入された場合と多少異るであろう。

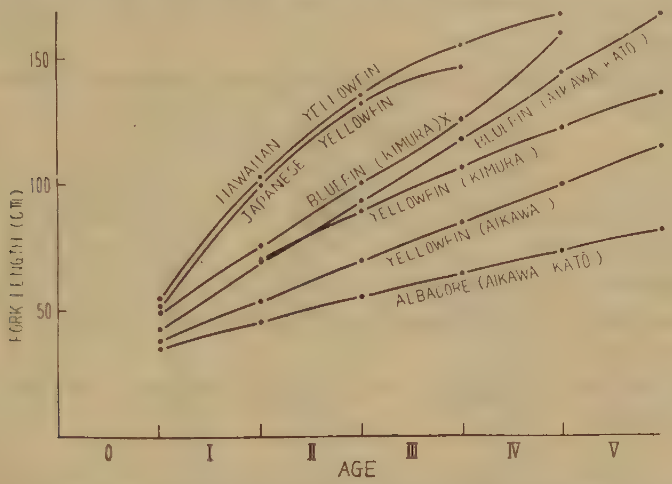


Fig. 7　Age-length curves of tunas from off waters of Japan and Hawaii.

Ⅲ 要　約

日本近海に於いて，竿釣及び延縄で漁獲されるキハダの体長組成を月別に検討し，各群の出現状況及び各群の移行から，成長と年令について第1表に示す結果を得た。この成長度は既往のキハダの年令に関する報告の中では，Moore のものと良く一致する。又他のマグロ類の成長に比較して，キハダの成長は早いものであると考えられる。

Table. 1　Length by Age group of yellowfine tuna taken in Japanese water.

Age group	0	I	II	III
Length in centimeter	Less than 51	51〜100	100〜133	133〜146

引　用　文　献

1)　中村広司：南海区水産研究所報告第1号（1951）
2)　Schaefer, M. B.：U. S. Fish and wildlife Service Fish Bull. No. 44, 1948.
3)　Moore, H. L.：U. S. Fish and wildlife Service Fish Bull. No. 65, 1951.
4)　Kishinouye, Kamakichi.：Jour. College of Agr. Imperial Univ. Tokyo. Vol. 8, No. 3, 1923.
5)　Walford, L. A.：3）より引用
6)　藪田，行縄：キハダの研究－I（1957）南海区水産研究所報告第5号，業績第75号.
7)　〃　〃　〃　II（1957）未刊
8)　木村喜之助：日水会誌 Vol. I, No. I（1932）
9)　相川広秋，加藤盛夫：日水会誌 Vol. 7, No. 2（1938）

キハダの緯度による魚体差*

藪田洋一・行縄茂理

The latitudinal change of the sizes of yellowfin tuna.

Yōich YABUTA, Mori YUKINAWA

The preseut authors attempted the analysis of the length frequency distributions of yellowfin tuna by latitude.

The results obtained are as following.

1) In summer season, length frequencies differ clearly by latitude, but are not cleary in winter season.

2) It seems that the latitudinal change of length frequency distributions are related with the ocean currents.

海流系が異ると，マグロやカジキ類の体長組成に差異が認められることについては中村[1-3]の記述がある。著者等は太平洋の赤道附近にある諸海流系と，それらの海流系に分布するキハダの体長組成との関係について，若干の知見を得たので報告する。

この報告を草するに当って種々御教示を頂いた中村所長，矢部部長に深謝の意を表すると共に，御協力を得た三重県水試第一大洋丸，天鷹丸乗組員各位，並びに資料蒐集を共にした当水研所員に謝意を表する。

I 資料

海洋観測資料は1950年７月に第一大洋丸，同年８月に天鷹丸の各調査による。体長測定資料は上記の試験船と，同年同海域で操業した母船第二天洋丸に便乗調査したもの，及び東京，焼津の各魚市場で水揚物の測定によって得たものである。体長測定は試験船では全漁獲物について，母船上及び魚市場では，第一次抽出単位の船については事情の許す限り多く，第二次抽出単位の魚体は系統抽出法により，その一部** について実施した。海域別体長測定資料は第１表に示す。

Table 1. Materials

Year, Month	Long. E	Latitude					
		0°～2°S	0°～2°N	2°～4°N	4°～6°N	6°～8°N	8°～10°N
1950, June～ 1950, Aug.	140°～150°		6 549	18 1697	21 1959	2 99	
〃	150°～160°		19 2754	23 2282	18 2262	2 323	
1950, Dec.～ 1951, Feb.	140°～150°		2 886	4 2635	1 112		1 122
1952, May～ 1952, June	150°～160°	1 368	2 283		1 595		1 426
1952, Dec.～ 1953, Feb.	150°～160°		2 415	1 577		2 225	1 211

Upper …… No. of ship.
Lower …… No. of fish measured.

* 南海区水産研究所業績　第80号
昭和25年11月，日本水産学会で要旨発表。

** 抽出率は現場の事情により一定に保つことは出来なかったが，大多数の船は½～⅓の率で測定した。

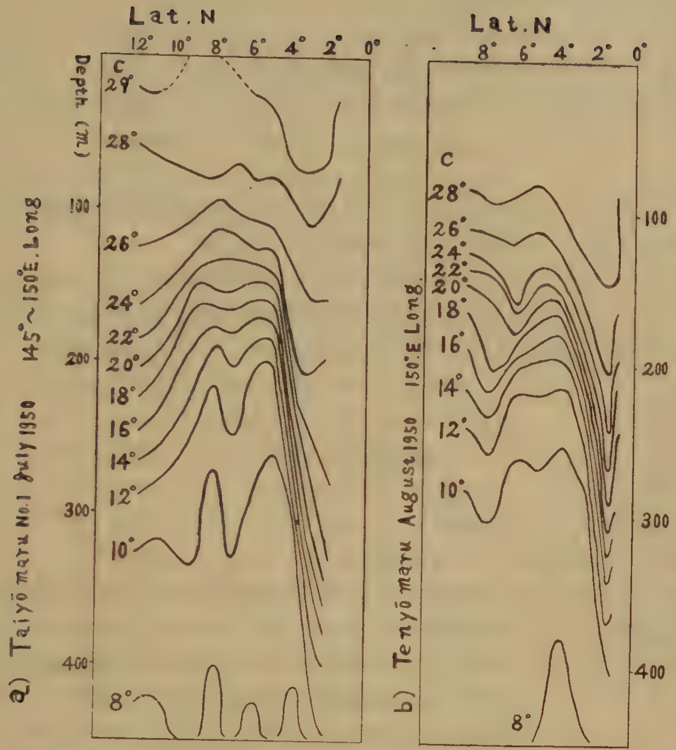


Fig. 1 Temperature-depth section. Plotting interval 2°C.

Ⅱ 海　　流

第一大洋丸，天鷹丸の調査による鉛直等温線図は第1図a，bに示す。

第1図aの水温鉛直分布の形状から，1950年7月に，145°〜155°E間では赤道反流はほぼ4°〜8°N間にあると推定される。bでは1950年8月，150°E線上では赤道反流はほぼ3°〜7°N間にあるものと推定される。又当時の一般漁船から報告された海流の流向は，上記の推定とよく一致している。これらの事実にもとづいて，140°〜160°Eの海域の赤道反流々域はほぼ3°〜8°N間であるとみなされよう。他の年月の海況調査資料は皆無であり，詳細は不明である。

Ⅲ 海域別体長組成

体長測定資料を海流別に整理することが望ましいが，厳密に区分することは不可能なので，緯度2°，経度10°に区画して整理を行った。体長組成と海流との関連についての考察は，既述の海流位置と緯度とを対応させることによって行うことにする。

イ）1950年夏季

a．140°〜150°Eの海域（第2図）

第2図より0°〜2°N及び2°〜4°Nの海域では125cmに顕著なモードが，105cmに鈍いモードが認められるが，前者が圧倒的に多く，明瞭な主群となっている。4°〜6°Nの海域でのモードの位置は，0°〜4°Nの海域とよく一致するが，両モードの割合はほぼ1対1となっている。6°〜8°Nの間では127cmにモードがある他に，71cmにも鈍いモードが認められ，小型群の割合は6°N以南の海域より著しく大きい。又，130cm以上の大型群の割合も増加し，6°N以南の海域に比較して体長組成は著しく複雑となっている。

b．150°〜160°Eの海域（第3図）

この海域では，0°〜2°N及び2°〜4°Nの区間は129cm

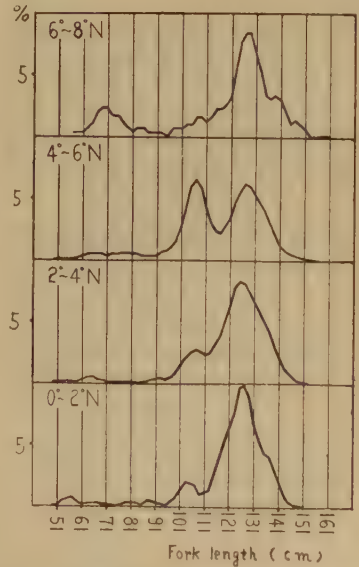


Fig. 2 Length frequency distributions by latitude (Yellowfin tuna, 140°−150°E, June−August, 1950).

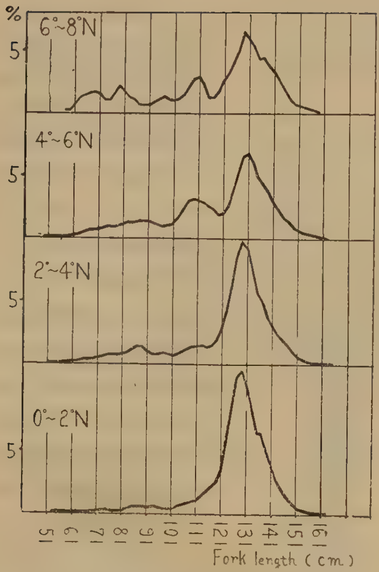


Fig. 3 Length frequency distributions by latitude(Yellowfin tuna, 150°−160°E, June-August, 1950).

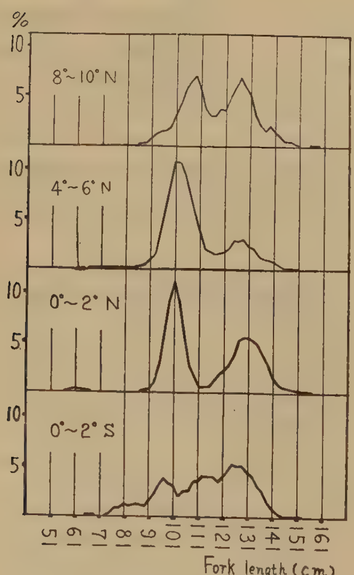


Fig. 4 Length frequency distri butions by latitude (Yellowfin tuna, 150°−160°E, May−June. 1952).

に明瞭なモードがみられ，主群となっている。しかし2°～4°Nの海域では100cm以下の小型魚の割合がやゝ増加している。4°～6°Nの海域では109cm，131cmにモードがみられ，主群は後者となっている。又この海域では100cm以下の小型魚の割合が4°N以南よりやゝ増加している。6°～8°Nの海域では129cmに明瞭なモードがあるほかに，69cm，79cm，111cmにもそれぞれ不明瞭に認められ，組成は6°N以南より著しく複雑となっている。

第2，3図に示した海域での相対応すると思われるモードの位置を比較すると，第3図の海域では数cm大きい体長級にあらわれる。両図に共通してみられることは，北へゆく程130cm附近にモードを持つ主群の割合が小さくなり，110cm以下の小型魚の割合が増す傾向があるが，注目すべきことである。又，緯度別の体長組成の変化は第3図の海域ではやや不明瞭となっているが，第2，3図共によく一致した変化を示している。

ロ）1952年夏季

第4図は1952年夏季の緯度別体長組成を示す。この海域では体長測定資料が少い上に，2°～4°N，6°～8°Nの海域の資料が欠けているが，第2，3図に示した場合と同様，緯度によって体長組成の異る傾向がみられる。即ち0°～2°Sの海域の組成は赤道以北と異り，97cm，110cm，127cm附近

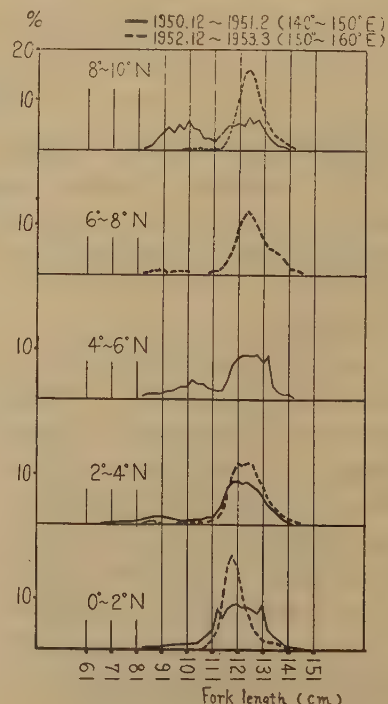


Fig. 5 Length frequency distributions by latitude (Yellowfin tuna).

にモードがあり，体長組成は複雑である。0°〜2°N，4°〜6°Nの両海域の組成は101cm，129cmに明瞭なモードをもち，前者が主群となっている。8°〜10°Nの海域では109cm，127cmにモードがあり，両者はほぼ1対1となっている。このように赤道及び6°〜8°N附近を境として体長組成が一変することは，後述の如く海流系と密接な関係を示すものと考える＊。第3図と第4図を比較すると体長組成に差異はみられるが，モードの位置はよく一致している。

ハ）冬　季

冬季の緯度別体長組成を第5図に示す。140°〜150°Eの海域では，6°〜8°N間の資料がないが，0°〜4°N，4°〜6°N，8°〜10°Nの各海域の組成は夫々異っている。150°〜160°Eの海域で4°〜9°N間の資料を欠くが，0°〜2°間を除いて各海域の体長組成はよく似ている。

測定資料が非常に少いので，明確な判断は出来ないが，緯度によって体長組成は異るものと言えよう。しかしその差異は夏季程顕著ではないようである。又夏季と同様に北方程110cm以下の小型魚の割合が高くなる傾向が窺われることは興味ある事と考える。

Ⅳ　考　　　察

1950年6月〜8月，140°〜160°Eの海域では赤道反流は凡そ3°〜8°N間（第1図a，b）にあること，体長組成（第2，3図）がほぼ4°N，6°Nを境としてそれぞれ異ることから，次の諸点が考えられる。

i）南赤道流々域の組成は125〜130cm附近にモードを持つ魚群が主群となっている。

ii）赤道反流々域の組成は105〜110cm，125〜130cm間にモードを持つ魚群が主群となっている。

iii）赤道反流と北赤道流の潮界附近の組成は125〜130cm間にモードを持つ魚群が主群となっているが，大型魚（130cm以上）或いは小型魚（100cm以下）の割合が多い場合があり，その組成は複雑である。

iv）海流別に資料を区分し得ないので，機械的に緯度で区分したが，もし正確に区分し得るならば，i)〜iii）の差異は更に明瞭になるであろう。

1952年5月〜6月，150°〜160°Eの海域（第4図）では海流が全く不明なこと，測定資料の少いことから海流との関係について論ずることは出来ない。しかし緯度別の体長組成が0°，6°〜8°Nあたりを境として南北で異る傾向が窺われる。

このような緯度にともなう体長組成の変化は1950年6月〜8月と同様に，海流と密接な関係をもつものであり，又逆に体長組成の変化から海流範囲の年変動についてもある程度の推測を行い得る可能性を示すものであろう。

冬期についてみると，海流の資料のないこと，体長測定資料が少いことから，海流との関係は明らかでない。しかし資料の範囲内では，体長組成が緯度で異る傾向があり，これは海流との関連を示すものであろうが，夏季程明瞭でないようである。

このように緯度（海流）によって体長組成が著しく異る理由としては海流系が環境として全く別の意味を持つことが考えられる。

引　用　文　献

1）中村広司；海洋の科学，Vol. 3，No. 2，1943

2）〃　〃；鮪類とその漁場，竹内書房，1949

3）〃　〃；南海区水産研究所報告，第1号，1951

＊ 第2，3図と比較し，体長組成の変化する緯度が異っていることは，海流の範囲の年変動と関連するものと思われる。

ビンナガの研究 Ⅳ *

—— 印度洋，特に東部印度洋のビンナガ ——

三村皓哉

Studies on the Albacore — Ⅳ
Fishing condition in the Indian Ocean, especially the size composition in the eastern seas of the Ocean.

Koya MIMURA

As the fishing ground for Albacore, the Indian Ocean occupies a ccnsiderablly important situation for Japanese tuna long-line.

In the present paper fishing condition of the fish in the Indian Ocean, especially the size compositions of the catch in the seas of the east of 80°E are studied.

The data were obtained by the investigations of Nankai Regional Fisheries Research Laboratory at several fish markets from Autumn of 1952 to Spring of 1955.

The important results are as following ;—

1. Two grounds appear separately, the one along the Equator and the other in the waters south to 8°S. (Fig. 1) The former appears only between April and September and the latter throuthout the year.

It is clearly recognized that both of them have close relations to the Ocean Currents.

2. In the ground south to 8°S, the hooked-rate is high between April and September, but it drops in the other half year, therefore, it can be said that the seasonal change of the fishing activity is quite clear.

3. The catch of the Albacore is composed of the large sized one, larger than 85 cm in fork length, round the year.

The size compositions of the catch in the seas south to 8°S differ remarkably according to the season. In the half year between October and March, the leading group is under 100 cm in fork length, but it is over 100 cm in fork léngth in the other half year, namely April and September.

4. In the ground along the Equator, size of the fish differ latitudinally. Routhly speaking, fishes smaller than 100 cm in fork length are dominant in the seas north of the Equator, but on the contrary fishes larger than 100 cm are the leading group in the south of the Equator.

5. It must be noticed that the fishing activities and the size compositions change clearly, in the same season making the turning point in April and October.

まえがき

先に，中村・藪田・三村[1)]は，印度洋のマグロ漁況を総括的に取纒めて，I.P.F.C.に報告した。筆者は，更にそのうちのビンナガを取上げて検討を加え，新たに若干の知見を得た。特に資料の比較的充実して

---

* 南海区水産研究所業績 第76号

いる東部印度洋（本文に於ては，80°E以東の印度洋を指す）では，漁況と体長組成の季節変化を検討することが出来た。

資料[*1]は東京魚市場，焼津魚市場（南海区水産研究所にて担当）三崎魚市場（神奈川県水産試験場にて担当）において行われた，漁況及び魚体の調査で得られたものを使用した。

本文に入るに先立ち，終始御指導を賜わった南海区水産研究所中村所長，矢部遠洋資源部長及び上村忠夫技官他の遠洋資源部の諸氏に厚く御礼申上げる。

〔1〕　ビンナガの漁況の概要，及び漁場と海流との関係

その大要は，既にインド洋マグロ漁況の一部として，中村他[1]によつて報告されているが，同報告においては個々の魚種の解説には不充分な点もあり，[*2]又新たな知見も得られたので，こゝに改めて記述する。

第1図A・Bは，1955年9月迄に得られた資料に基づいて，Aは7～9月，Bは1～3月のビンナガ漁場を模型的に示したものである。図において明らかな如く，ほぼ8°S以南に東西に長い帯状となって現れる漁場と，赤道周辺にこれも又東西に連なる漁場との二つが形成される。

前者は，4～7月に盛漁期を迎えるが，他の季節にも釣獲率は可成り高く，周年ビンナガ漁場として成立している。14°S以南の海域は，未だ殆ど漁船の出漁を見ないため，不明のまゝおかれているが，後述する如く相当量のビンナガの漁獲が望み得られるものと考えている。釣獲率の漁場内部における海域差については，図示されていないがその概略を述べると，漁場の北縁即ち8°～10°S附近では，比較的低い釣獲率を示し，10°S以南の海域ではより高い釣獲率を示している。経度によってみると，100°Eより東方の水域では東に移るにつれて，漸次低くなる傾向を有しており，100°E以西では左程変化なく，比較的高い釣獲率で西に続いている。

赤道周辺に東西に漁場が形成されるのは，4～9月の限られた期間だけである。此の漁場で東西に見られる釣獲率の変化は，8°S以南に現れる漁場と大略似通っている。

即ち，90°～95°E前後の海域で釣獲率が高く，95°E以東ではスマトラ島に近接するに従って釣獲率は急激に減少する。90°E以西では，75°～80°Eの海域で釣獲率が低く，一つの谷を形成しているが全般的には西に向っては左程変化を示すことはない。此の漁場の北縁2°～4°N以北においては，ビンナガが漁獲される事は殆どなく，2°～4°N線がインド洋におけるビンナガ分布の北端であると考えられる。

以上二漁場の中間になる4°～8°Sの海域においても，4～9月にはビンナガが漁獲されるが，その南北に形成される漁場と比較するとその量は極めて少なく，ビンナガ漁場としての価値は極めて小さい。

以上述べた漁場は中村他[1,2]が指摘している如く，海流系と密接な関連を有している。

海流図[3]によれば，1～3月には8°S以南に南赤道流が西流し，0°～8°Sには赤道反流の東流0°以北には北赤道流の西流が認められる。7～9月には8°S以南に南赤道流が流れ，0°以北に赤道反流が北上した結果とも考えられる南西季節風に支配される東流が認められる（此の海流の南限は印度洋西部では0°～2°N附近にあるが，東部では北上して4°N附近に認められる）．此の東流と南赤道流との中間海域は，流向が一定せず，巾広の混合帯ともみなされる海域となっている．（本文では便宜上，此の海域を「流向不定の海域」と呼ぶ）。

＊1　調査状況は下表の如くである。

調　査　状　況　表　　(80°E～120°E)

年　次	漁況聴取船数	体長測定船数	測定尾数
1952	2		
1953	31	9	834
1954	88	7	700
1955	63	26	2840

但し，1955年における資料は，漁況聴取は3月迄，体長測定は6月迄に得られたものである。

＊2　I.P.F.C，の投稿規定による紙数の制限から，充分述べ尽せなかった。

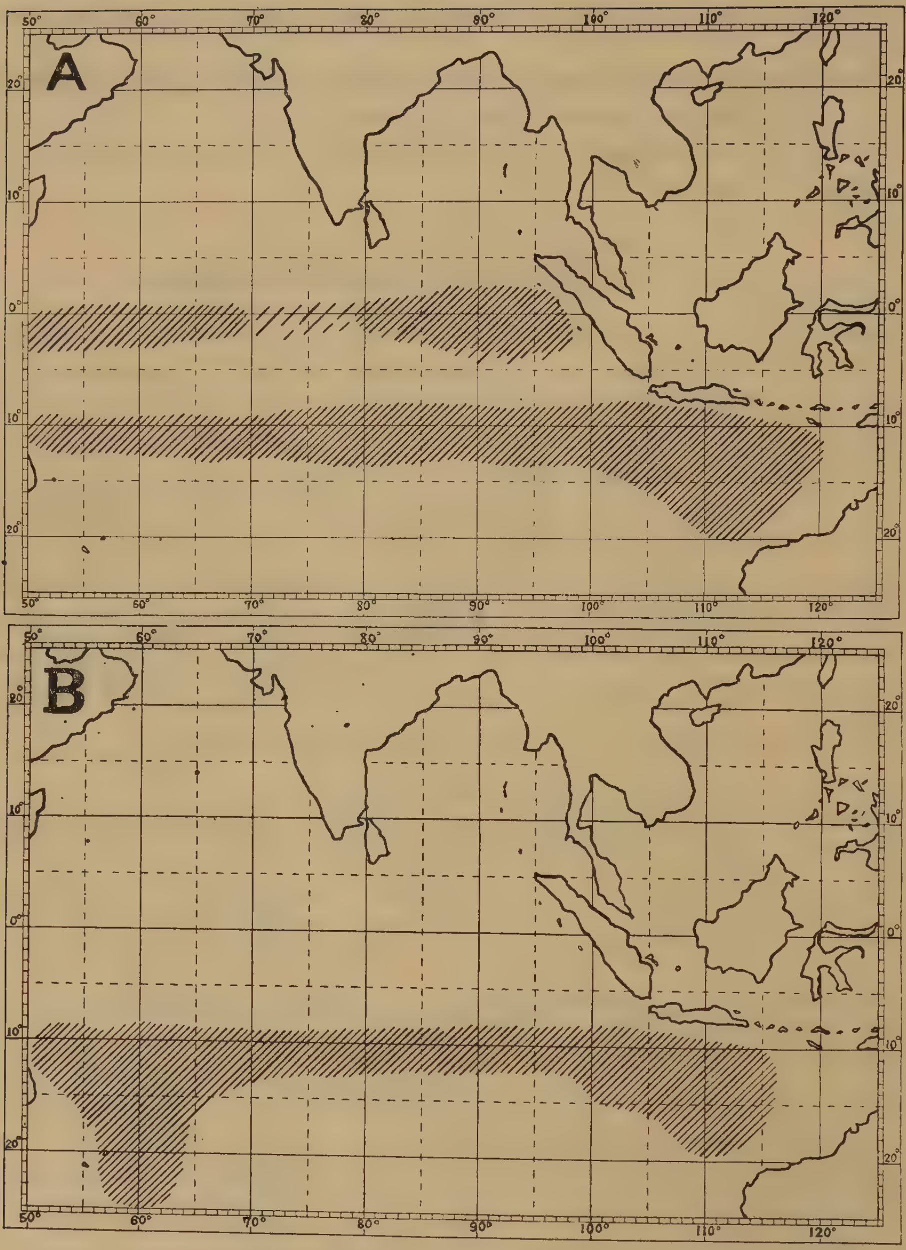


Fig. 1　Fishing grounds of albacore (Tunnus germo) in the Indian Ocean.
A ; Jul.—Sept.　　B ; Jan.—Mar.

以上述べた海流とビンナガ漁場を相互に関連づけて考えてみると，

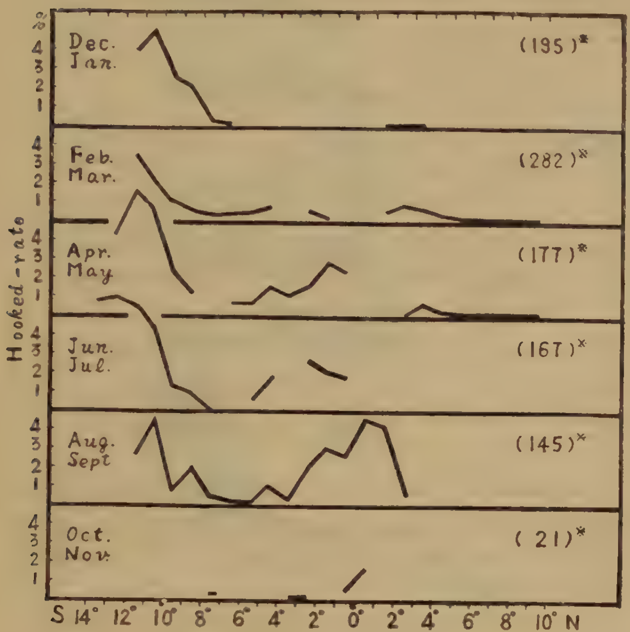
1.） 8°S 以南に周年見られる漁場は南赤道流の北縁を漁場の北端として南赤道流中に形成される（南赤道流漁場と呼ぶ)。

2.） 4〜9月に赤道周辺に見られる漁場は，前述の流向不定の海域の北縁を北端として同海域の北部に形成されている（流向不定海域の漁場と呼ぶ)。なお，中村他[1]が指摘している如く，同海域はその南北とは異なった海況下にあるものと考えられる。

3.） 赤道反流海域内では，1～3月赤道反流が0°～8°Sの海域に南下している時期にも，又7～9月南西季節風に支配されて赤道以北の海域に北上している時期にも，ビンナガの漁獲は極めて少ない。

以上の諸点から漁場の形成が海流系の支配を受けている事は理解されよう。

〔2〕 漁況の季節変化



*; Total number of operations

Fig. 2 Mean hooked-rates classified dy latitude (1954, 4—1955, 3)

第2図は釣獲率が最も高く且つ資料の多い，90°～100°Eの海域において，2ケ月刻みに緯度1°毎の平均釣獲率を求めて南北縦断図として示したものである。

1.） 8°S以南の海域では季節により幾分の差異はあるが，釣獲率は周年にわたって高く10°～11°S以南では5%前後の高い値を示している。図示されたより更に南方の海域（12月，3月は12°S；4月，5月，8月，9月は13°S；6月，7月は14°S以南）では資料が得られていないが，[*3] 得られている範囲内ではそれぞれの南限で高い釣獲率を示しており，より南方の海域でもビンナガの漁獲される可能性のあることを示唆している。

第1表Aは90°～100°E，9°S以南の海域の平均釣獲率の季節変化を示している。12～1月の平均釣獲率は3.90%であるが，2～3月には1.32%と甚だ低い値となっている。これはこの時期

Table 1 Seasonal change of mean hooked-rate.

A. Locality (9°～15°S, 90°～100°E)

Month	Dec.～Jan.	Feb.～Mar.	Apr.～May	Jun.～Jul.	Aug.～Sept.	Oct.～Nov.
Mean hooked-rate	3.90	1.32	6.11	4.77	3.86	—
Number of operations	175	258	42	72	19	—

B. Locality (10°～20°S, 110°～120°E)

Month	Dec.～Jan.	Feb.～Mar.	Apr.～May	Jun.～Jul.	Aug.～Sept.	Oct.～Nov.
Mean Hooked-rate	0.83	1.96	3.65	3.32	1.71	0.88
Number of operations	115	121	121	286	95	199

*3 10°S以南においては混獲されるキハダの釣獲率が急激に減少する。そのために漁船の操業が行われないものと思われる。

に，漁船がキハダの混獲の多い９°〜10°Ｓの海域に集中したことに起因するもので[*4]資料が更に南方に及べば，釣獲率はもっと高い値を示すものと考えられる。４〜５月になると釣獲率は急激に高まって6.11％となり，６〜７月の4.77％と共に年間を通じて最も高く，主漁期を形成している。８月〜９月には3.86％と再び12〜１月と似た値に戻っている。10〜11月には資料が全く得られていないので不明である。

第１表Ｂは，Ａに示された海域の東に当る110°〜120°Ｅ，10°Ｓ以南の海域の平均釣獲率の季節変化を示したものである。ＢはＡに比して全般的に低い値を示し，此の海域では90°〜100°Ｅの海域にくらべてビンナガの釣獲率が低い事をしめしている。季節的には４〜５月，６〜７月にそれぞれ3.65％，3.32％と年間を通じての最も高い値を現出している。この変動の傾向はＡの場合と非常に類似していて，東西に列なる南赤道流漁場全般にわたり釣獲率は同様な季節変化を示すものと考えられる。

２.)　８°Ｓ以北の海域では，８°Ｓ以南の海域に比して全般的に釣獲率が低く，又季節変化が大きい。

12月〜１月には資料を欠いていて，此の時期の釣獲率がどの様な値を示しているか明らかでない。けれども70°〜80°Ｅの海域から得られた資料[*5]によれば，12〜１月には８°Ｓ以北においては殆どビンナガの漁獲は見られない。漁場が東西に形成されている点から考えて，90°〜100°Ｅの海域でも左程高い釣獲率を示す事はないと思われる。２〜３月にも１％以下の低い釣獲率しか示さないが，４〜５月に南赤道流漁場で平均釣獲率が高まるのと時を同じくして，０°〜５°Ｓの海域で２〜３％の稍々高い釣獲率を示し始める。

６〜７月にもほぼ同様な釣獲率を示しているが，８〜９月には３°Ｎを北限とする海域で最高５％に達し，前述の流向不定海域内で漁況が活況を呈する事を示している。10〜11月は資料の不足から判然としないが，０°〜３°Ｓ附近の海域に僅かに存在する資料は低い釣獲率を示しており，同海域におけるビンナガ群は減少しているものと考えられる。

以上述べた漁況を季節的に大別すると，ｉ）南赤道流漁場で釣獲率が高く，かつ流向不定海域内に漁場が形成される４〜９月と，ii）南赤道流漁場で比較的釣獲率が低く，かつ８°Ｓ以北には漁場が形成されない10〜３月とに分ける事が出来る。そして４月及び９月前後に明らかに漁況の転換期が認められ，４〜９月には10〜３月に比して魚群量が増大を来しているものと推測される。

〔３〕　体長組成に見られる季節変化

１.)　南赤道流漁場の体長組成に現れる季節変化

魚群は85cm乃至119cmの大型ビンナガによって構成されており，85cm以下のものは殆ど漁獲されずその体長範囲には，季節による変動は殆ど見られない。

体長組成には第３図に示される如く，明瞭な季節変化が認められる。１月及び３月には，それぞれ95cm，97cmに単一のモードを持った単純な組成を示し，100cm以下の小型[*6]の魚体が多い。５月には100cm以上の大型の魚群が増加し，６〜９月には大型の群が小型の群より優勢になっている。10月に入ると，再び小型のものゝ割合が増加を始め，12月には95cmに単一のモードを有する１〜３月と同型の単純な組成に戻っ

＊４　２月，３月における緯度別の操業状況は下表の如くである。

緯度別釣獲率及び操業回数（1955年２月，３月，90°〜100°Ｅの海域）

緯度	12°S〜11°	11°〜10°	10°〜9°	9°〜8°	8°〜7°	7°〜6°	6°〜5°	5°〜4°	4°〜3°	3°〜2°	2°〜1°S
平均釣獲率	3.47	1.98	0.96	0.46	0.27	0.40	0.43	0.68	—	0.45	0.14
操業回数	4	7	113	43	24	14	15	6	—	2	2

＊５　70°〜80°Ｅにおける緯度別平均釣獲率（1954年12月，1955年１月）

緯度	13°S〜12°	12°〜11°	11°〜10°	10°〜9°	9°〜8°	8°〜7°	7°〜6°	6°〜5°	5°〜4°	4°〜3°	3°〜2°	2°〜1°	1°〜0°	0°〜1°N
平均釣獲率	5.94	5.13	3.35	1.13	—	—	0	0.07	0	0	0.22	0.04	—	0
操業回数	24	25	14	2	—	—	1	6	1	2	7	17	—	1

＊６　以後本文においては，85cm〜100cmの魚体を小型魚，100cm以上のものを大型魚と呼ぶ。

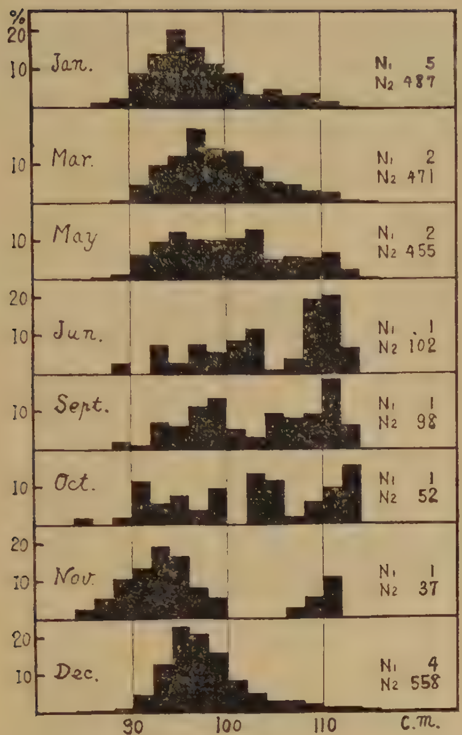


Fig. 3 Length frequency of albacore by month, caught in the South Equatorial Current Area.

N_1 ; Number of ship investigated.

N_2 ; Total number of fish mesured.

ている。

即ち，魚体組成は，11～3月に現われる小型の魚群の優勢な組成と，5～10月に認められる大型の魚群の優勢な組成とに，二大別される。その交替期となる4月及び10月頃を中心として，魚群の移動が活潑になるものと考えられる。

2.) 流向不定海域漁場の体長組成

第4図は1955年4月以降6月の間に流向不定海域漁場で漁獲されたビンナガの体長組成である。

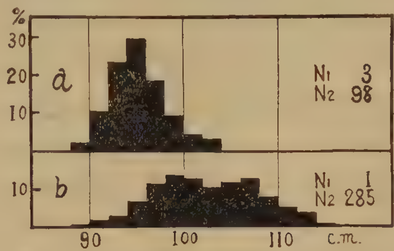


Fig. 4 Length frequency of albacore, caught in the Equatorial Area.

a ; 0°～3°N, 1955, Apr. Jun., b ; 0°～4°S ; 1955, Apr.

N_1 ; Number of ship investigated.

N_2 ; Total number of fish mesured.

aは同漁場の北部，大凡赤道以北の海域から得られたものであり，bは同漁場の赤道以南の海域の資料に基づくものである。a，b共に85cm以上の魚体よりなり，最小型は南赤道流漁場の魚群と同様である。最大型はaでは107cmで南赤道流漁場に比すれば，遥に小さいが，bでは117cmに達して，大略一致している。

組成はaにおいては，100cm以下の群が優勢であるが，bでは100cm以上の大型の群が多くなっている。即ち，漁場の北縁では小型の群が多く，南寄りの海域で大型の群を増している事を示している。又，bの組成は，5～10月の間の南赤道流中の魚群の組成と傾向的に甚だ類似しており，流向不定海域及び南赤道流の両漁場の魚群には，体長組成の上からは明らかな差を見出すことは出来ない。

4月及び9月前後に，漁況においても体長組成においても，ほぼ時を同じくして転換期を有していることは，既述した如く，これらが魚群の移動と密接な関連を有している事を暗示するものと思われる。中村[2)]が太平洋のマグロ類について行った「移動は主として，4月及び9月を中心とした短期間に行われる」という

＊7 上柳[4]は太平洋のビンナガについて，産卵に関与する最小の魚体は90cm前後と推定している。印度洋においても，此の値が適用されるとすれば，上記魚群は殆んど産卵に関与し得るビンナガによって構成されていると考えられる。

想定と，時期的に殆ど一致しているのが注目される。

漁獲されるビンナガは，その殆んどが最小成体[*7]に達していると考えられる 90cm 以上の魚群より成立っており，産卵生態を無視しては移動の内容に立入る事は不可能と思われる。併し，いずれにしても，上述の漁況と体長組成の変動期の一致や，流向不定海域・南赤道流両漁場の魚群の体長組成に明らかな差を見出せない事，等は今後印度洋のビンナガの移動を検討する上に，大きな手掛りを与えるであろう。

〔要　　約〕

1.） 印度洋においては，8°S 以南と赤道周辺に，東西に長い二つのビンナガ漁場が認められる。前者は周年ビンナガ漁場として成立し，後者は4～9月にのみ漁場を形成する。

2.） これ等の漁場は，海流と密接な関連を有している。即ち8°S以南の漁場は南赤道流中に形成され，赤道周辺の漁場は流向不定の海域が形成される時期に，その北部に形成される。

3.） 漁況は，4月及び9月前後を境として，大きな変化を示し，4～9月に釣獲率が高く，10～3月に低い。

4.） 南赤道流漁場のビンナガの体長組成は，11～3月に 85cm～100cm の群が優勢を示し，5～10月には 100cm 以上の魚群が優勢となる。両組成の交替期は，4月及び10月前後に認められ，3）に示された漁況の変化期とほぼ一致している。これは魚群の移動との関連を暗示するものと思われる。

5.） 流向不定海域内の魚群と，南赤道流漁場の魚群との間には，魚体組成の上からは明らかな差を見出すことは出来ない。

文　　献

1） 中村広司，藪田洋一，三村皓哉：（1955）第6回 I.P.F.C. 提出論文（未刊）.
2） 中村広司：（1954）水産科学 No. 14（9—17）.
3） 水路部刊：（大正7年）印度洋濠洲近海海流図.
4） 上柳昭治：（1955）日水会誌 20，1050—1053.

西太平洋のメバチの産卵水域*

木 川 昭 二

The concentrated spawning area of bigeye tuna in the western Pacific.

Shoji KIKAWA

The concentrated spawning area of bigeye tuna is tried to determine by the gonad index W/L^3, where W is the weight of the gonad in gramme and L the fork length in centimeter. In the area from 140°—180° E., the latitude has been marked off at every 4°, and the comparison of the frequency distributions of the gonad indices has been done for each 4° of latitude without respect to longitude. The fish distributing in the northern Pacific are divided into the following three groups of the index :

1. The group having the index below 1.0
2. The group having the index between 1.1 and 3.0
3. The group having the index above 3.1.

The first group is the leading one in the seas north of the Subtropical Convergence, and is thought undoubtedly to be the feeding group.

The second group is superior to others in the seas adjoining to the south of the area where the first group is dominant, and is thought to be the recruit of the spawners.

The third group has its apex of the relative abundance in the region between 2° and 10° N., and is considered the spawning group.

As shown in the fig. 6, the apices and the troughs of the curves showing the relative abundance of these groups appear in the basins of the ocean currents, and the points where the curves intersect or gather agree with the boudaries of the currents.

From above phenomena, the following matters can be mentioned :

a. Nakamura's supposition that the different ocean currents have different ecological significances to the tunas is thought to be proper.

b. The bigeye tuna in the North Pacific Current is that in the so-called resting stages of maturity.

c. The fish in the North Equatorial Current area is the recruit of the spawning group.

d. From the fact that the most matured group is dominant in the Equatorial Counter Current area, it will be able to say that the concentrated spawning area of the bigeye tuna lies in the basin of this current.

e. It is supposed, therefore, that the fish will be recruited from north to south in due order and that this is the case with the southern Pacific, though the order is reversed to that in the northern Pacific.

Data on the yellowfin tuna are not enough yet. But most concentrated spawning area of this fish seems to lie in the South Equatorial Current area, as shown in the fig. 7.

* 南海区水産研究所業績 第81号

近来まで報告されてなかった北太平洋のメバチの成熟個体は，最近では，カロン群島，マーシャル群島，その東のライン群島等の附近でたびたび漁獲されることが知られており，赤道に近いこれらの海域から少し北方に離れるともはや充分に成熟したものはみられなくなる（Shimada 1951,[1] 木川，1953,[2] Yuen 1955[3]）。このことはメバチの産卵場が短い南北幅で東西に相当遠くまで分布していることを示している。したがって，北太平洋を南北に通して多くの海域に割り，それぞれの海域での成熟個体の出現状態を観察すれば，産卵群密度の最も高い海域が推定されると思われる。もちろん成熟状態にはいろいろの段階が区別される。そこで季節変化によって，これらの成熟段階のメバチの出現がどう影響されるかについても見通しを得ておく必要がある。紀南から薩南方面の海域は日本列島沿いに北上する黒潮の影響が大きく，そのせいかこゝで漁獲されるメバチやキハダは比較的高緯の割に成熟が進んだものが多い。緯度で海域を分割するにはそういうことのみられてない場所を撰ばなくてはならない。そこで東経140°から資料の限度である180°までの範囲を扱うことゝし，以下に，得られた結果を報告する。

資　　　料

使用した資料は生殖腺重量の測定値である。測定方法は甲板に釣り揚げた魚から直ちに腹をさいて生殖腺をとりだし，左右の両葉を合せたものを生殖腺の重量として桿秤りで測定した。実際の使用には個々の測定値をいわゆる Gonad index (G.I.) に変えた。これは $G.I. = W/L^3 \times 10^4$ とした。ここにWは生殖腺重量 (g.)，Lは尾叉長 (cm) である。M. B. Schaefer と C. J. Orang[4] は同様な Gonad index がキハダの成熟度を表すのに適していると報告している。ここに用いた資料のすべては本文の末尾に一括して附す。

1．緯度からみた Gonad index の平均値と頻度分布

周知のごとく，北太平洋のメバチ漁場としては，大別して亜熱帯収斂線以北の海域と北赤道流の南縁に沿った海域との２つが著名である。[5] 漁場では調査尾数も多くなるので，そのだいたいの位置が第１表からも

Table 1　The seasonal values and their mean of the gonad-index of the bigeye tuna for each region in the western North Pacific (140°～180°E. Longitude)

FEMALE

Region \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean	No. of Fish
42°～38°N									0.9	1.0			0.95	30
38°～34°N										0.8			0.80	31
34°～30°N	0.6		0.8										0.70	120
30°～26°N		0.8	0.8										0.80	32
26°～22°N		0.8	1.0	1.0			1.1						0.98	45
22°～18°N			1.3		1.9	0.7	1.2						1.28	22
18°～14°N							0.8						0.80	1
14°～10°N							1.6						1.60	18
10°～6° N					2.2		3.9	2.1					2.73	97
6°～2° N				2.2		1.8	2.5	2.4	2.6				2.30	104
2°～2° S							2.1				1.3		1.70	8

MALE

Region \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean	No. of Fish
42°～38°N								0.3	0.4				0.35	31
38°～34°N									0.4				0.40	28
34°～30°N	0.3		0.2										0.25	38
30°～26°N		0.2	0.3	0.3								0.3	0.28	13
26°～22°N		0.6	0.3	0.4	1.3	0.6	0.4					0.3	0.43	23
22°～18°N							0.6						0.95	6
18°～14°N							0.3						0.30	1
14°～10°N							1.2			1.0			1.10	27
10°～6°N					1.8		1.3	1.4		1.5			1.50	120
6°～2°N				1.2		1.7	1.4	1.3	1.1		1.3		1.33	138
2°～2°S							1.4	1.3			1.1		1.27	15

わかる。第1表によれば，gonad index の平均値は低緯度の方が高い。言い換えれば，北と南の2つの漁場のメバチは成熟段階が大変ちがっている。また緯度が同じところでは index の季節変化がいちじるしくないこともわかる。これらの点について雌雄の示す傾向はまったく同じである。そこで次に，各海域の gonad-index の頻度分布を一括して第1図に示す *。

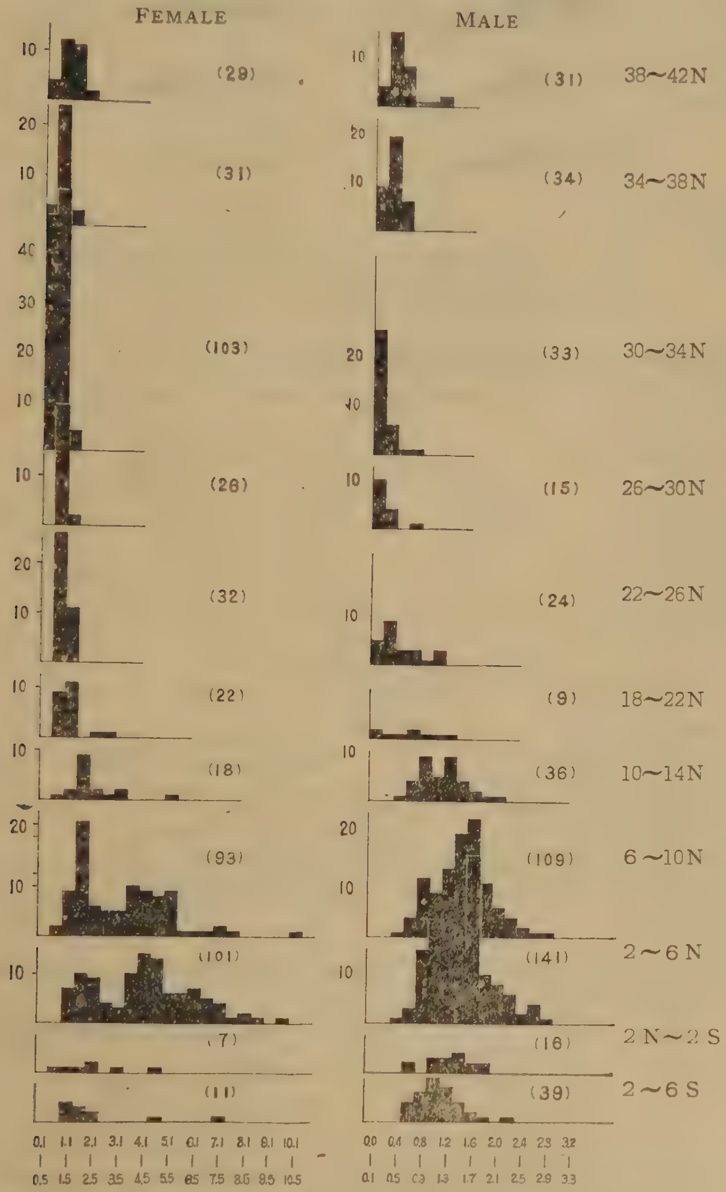


Fig. 1 The frequency distributions of gonad-indices by latitude in the western North Pacific. In the blacket is shown the number of fish investigated. (Bigeye tuna)

雌に於いては，2°〜10° N の海域の頻度分布はあきらかに多峯性で，他の海域のものとことなっている。そこでこの海域の頻度分布と季節別に経度10° づゝの海域別とにして示してみると第2図のようになる **。

多峯性の頻度分布が特定の季節（たゞ冬季はわからない）または経度に限ったものではなく，2°〜10° N の海域のメバチに普遍的な1つのタイプがあることが第2図から推定されると思われる。頻度分布の山と谷のおこる場所は第2図のどの場合も大差がない。したがって幾つかの成熟段階の群をこの図から区別して考えるとすれば一応次のように分けることができると思われる。

A群——Gonad index 3.0以下

B群 { B_1 − 〃 3.1〜6.0 ; B_2 − 〃 6.1以上 }

この各群の平均値には，第2表からは季節別の差はほとんどみとめられない。もし実際の季節的変化もほとんどないと考えてよければ，

i. 大別してA群とB群で示される2つの成熟段階の群に区別できること，

* 成熟以前の若年魚の影響をなるべく避けるため，体長100cm以下のものは除く。第1表も同様である。メバチの biological minimum を著者はさきに 91〜100 cm (16〜21 kg) とし，Yuen は14〜20kgとしているので，100cmを目安としたことはほぼ適当と考える。便宜上，こゝでは雄も同じとしておく。

** 季節がおそい程標本は概して東の海域で得られているので，正しい意味の季節及び経度別の分析とはならない。

ii. 両群の成熟段階に見掛け上季節的推移がみられない，言い換えれば中間段階にあたる群が常にみあたらないこと，

等をこの海域のメバチの特徴として指摘することができるようである。

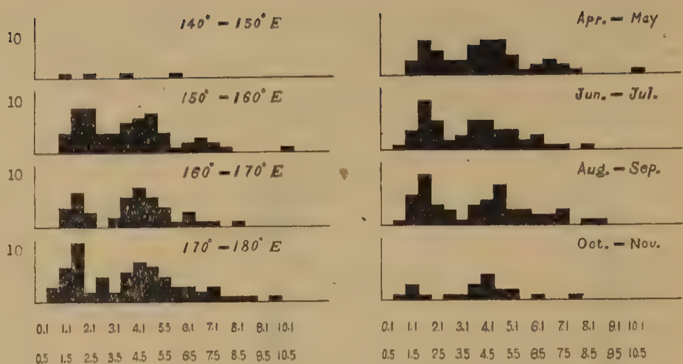


Fig. 2 The seasonal and the longitudinal analyses of the frequency distributions of gonad-indices in the equatorial region (2°−10°N.)

Table 2. Seasonal mean of the gonad-indices for the groups of A, B_1 and B_2. In the blacket is shown the number of operations in which the samples were taken.

Groups \ Season	Apr.〜May	Jun.〜Jul.	Aug.〜Sep.	Oct.〜Nov.
A	2.0±0.42 (8)	1.8±0.63 (15)	2.0±0.55 (11)	1.8±0.26 (4)
B_1	4.4±0.37 (9)	4.3±0.61 (13)	4.6±0.59 (11)	4.2±0.52 (6)
B_2	7.1±0.52 (4)	7.0±0.84 (5)	7.2±0.72 (5)	7.9±0.20 (2)

2. 成熟度からみたA群とB群

gonad index の頻度分布から区別された各群をどこまで成熟段階のちがった群とみなしてよいかどうかを調べるため，第3表を示す。この表には船の上で直接成熟度を観察できたものだけを載せた*。

第3表によれば，A群は"immature"の個体から，B群は"ripeing"と"ripe"の個体から主として成っていることがわかる。だが，B_1

Table 3. The frequency distribution of gonad indices for the groups A and B, by the stage of maturity derived from gross observation.

Groups		G. I. \ Maturity	Immature	Ripening	Ripe
Gp. A		0.1〜0.5			
		0.6〜1.0	1		
		1.1〜1.5	9	1	
		1.6〜2.0	15		
		2.1〜2.5	3	3	
		2.6〜3.0	2	2	
Gp. B	B_1	3.1〜3.5		3	
		3.6〜4.0		6	1
		4.1〜4.5		9	1
		4.6〜5.0		8	
		5.1〜5.5		5	
		5.6〜6.0		4	1
	B_2	6.1〜6.5		4	2
		6.6〜7.0		2	
		7.1〜7.5		3	1
		7.6〜8.0			
		8.1〜8.5		1	1
		8.6〜9.0			1
		9.1〜9.5			
		9.6〜10.0			

* 成熟度を観別した規準は前報(1953)に示したが，なお要点を記せば次の如し。

immature：卵巣はいちじるしく肥大していない。個々の卵粒は観察できるが，まだ然々透明化していない。

ripening：卵巣はいちじるしく肥大し，やゝ半透明な卵粒が充満している。他に透明卵も混在している。

ripe：上と同様。たゞし，中心部に遊離した流動状のいわゆるミズコをみとめる。

と B_2 を別々の成熟段階の群と考えるのはこの表からは少し無理のようである。第3図は，"ripening" プラス "ripe" の個体数の全体に対する割合を群成熟度としたときの，各 gonad index 級の群成熟度を示す。上の表及び図から，B群をB_1とB_2に区別しないで一括して産卵群と考えることにする。

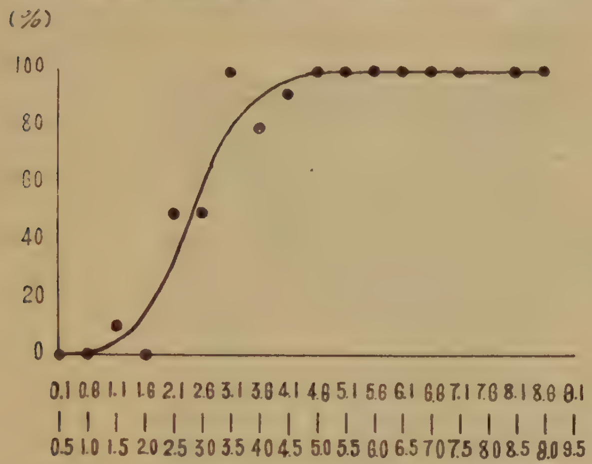


Fig. 3 The group maturity of the gonad-index classes.

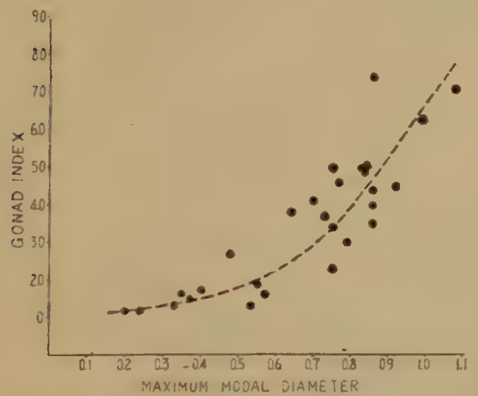


Fig. 4 The relation of gonad-index to maximum modal diameter of eggs, transformed from Yuen's data.

またA群は，こゝでとり扱った全部の海域からみて，中熟群とするのが適当であろう。しかし既に指摘されたように，gonad index の頻度分布の上からは，A群からB群への成熟段階の季節的な推移がみとめられない。そこでA群とB群の中間，すなわち頻度分布上の断点，G.I. の 2.6〜3.5 の意味を少し調べてみる。第4図は卵径組成における最大卵団のモードの位置が gonad index の増加と共に変化する有様を示している。これは Ynen のデータによって示した。Yuen は体重資料を用いており，モードの位置と Relative Ovary weight との関係を示しているが，こゝでは gonad index との関係を知る必要上，体長，体重関係から氏の体重観測値を体長に転換した。さて，図をみると，3前後の G.I. の値は最大卵団のモードの位置からいえば0.6mm附近にあたる。June[6] 及び Yuen の示しているところによれば，キハダとメバチでは 0.6mm附近はだいたい卵径の成長速度の増加を示す最大卵団（卵径組成の）の分離がみとめられる位置に相当している。したがって，この関係をみると，頻度分布のA群とB群間の断点は卵径の成長速度の増加期，言い換えると，卵巣重量の急速な増加期にある魚の必然的な出現割合の低下を示しているとみることができるようである。そう考えてよければ，A群はB群すなわち産卵群の直接の Recruit と呼べるから，A群の増減もまた産卵活動の消長と密接な関係がある。

3. 海域による各 G. I. 級群の相対量の変化

B群とA群は産卵群とその Recruit にあたると推定されるので，再び第1図にもどって，全部の海域のメバチを比較的妥当と考えられる Gonad index の群に区別すると，これは次のように示される。

Ⅰ群 ………… G. I., 1.0 以下

Ⅱ群 ………… G. I., 1.1〜3.0

Ⅲ群 ………… G. I., 3.1 以上

第1図の示すように，Ⅰ群は 22°N より北の海域でいちじるしく卓越している。上に区分した各群の海域

による増減は，未熟群，中熟群（あるいは産卵群の Recruit）及び産卵群* の消長を示すに足ると考えて，以下のとり扱いをすゝめる。

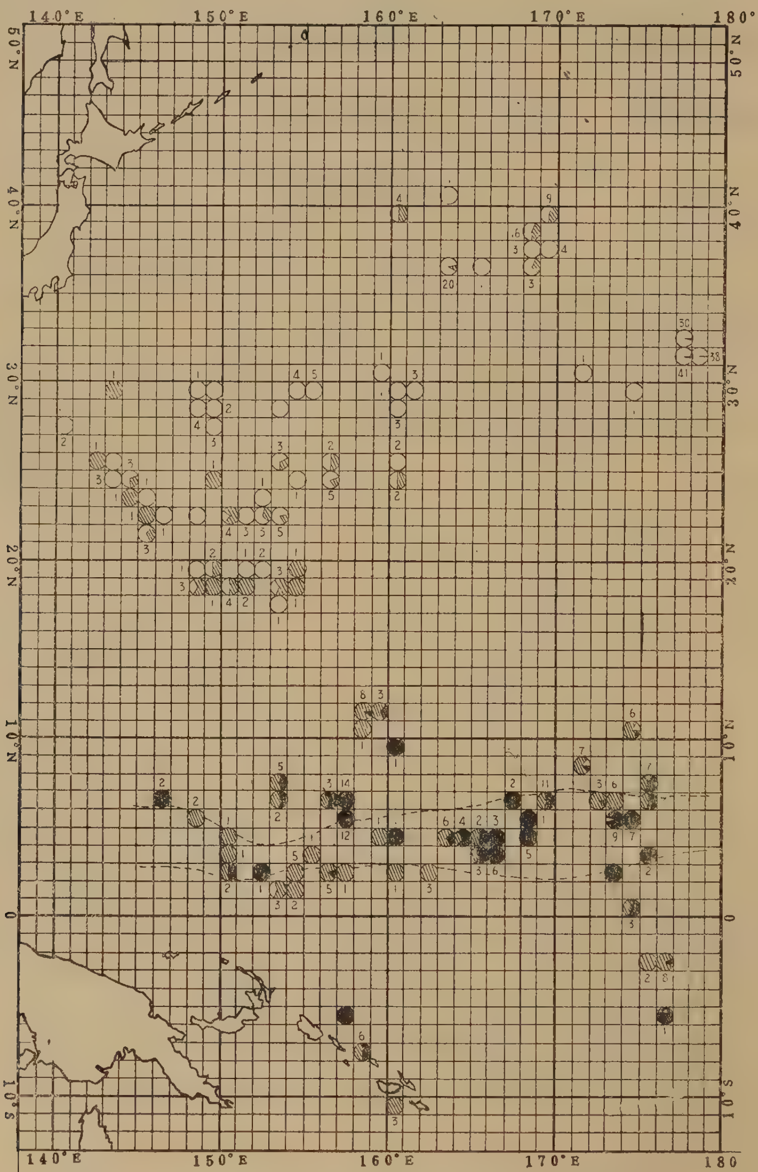


Fig. 5 The distribution of different index-groups in the western North Pacific. White, shade and black in a circle denote the percentages of the groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ in each 1-degree square, respectively. Numerals show the number of fish investigated.

A …… Bigeye tuna

B …… Yellowfin tuna

* これらの呼び名は，正しくは，G. I. 級群がおのおの卓越群としてみとめられる場合にいえることである。

B

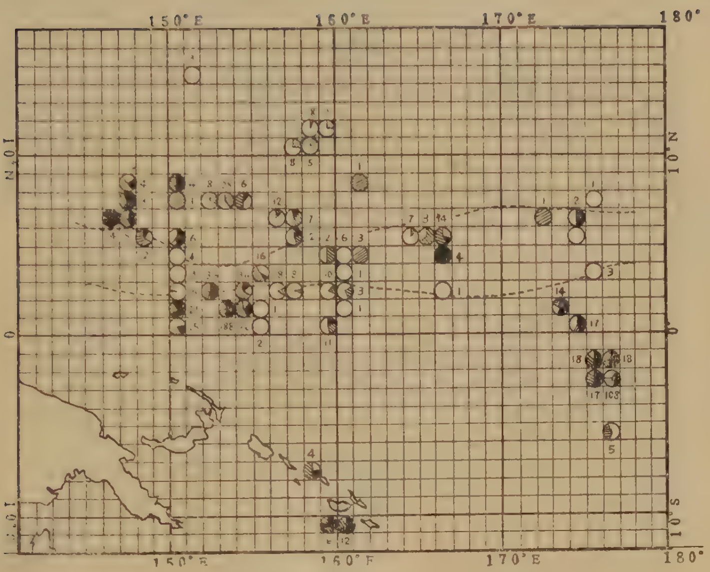


Fig. 5－Ⅱ

第5図は，こゝに扱った西部太平洋内でのⅠ群～Ⅲ群の出現状態を，1度区域内の各群の尾数割合で示している。キハダの場合も示して比較の参考とした*。

次にこの各群の緯度による増減を相対的変化としてみると第6図と第7図のようになる。第6図はメバチの場合である。この図から，相対的な量の変化を示す各曲線が互いに交差する海域とピークをなす海域とがみとめられる。それぞれの海域は次の関係の下に示すことができる。

G. I. 級群	卓越する海域	逆転する海域
Ⅰ 群	26°N～30°N	18°N～22°N
Ⅱ 群	10°N～14°N	18°N～22°N 6°N～10°N
	2 S～ 6 S	near 2°N
Ⅲ 群	2°N～ 6°N	6°N～10°N 2°N～ 2°S

上記のごとく，概略の見方ではあるが，各曲線のピークは北太平洋の海流の主要流域にみとめられ，それぞれの交点は海流間の境界附近の緯度に相当している。この関係を各 G. I. 級群と海流との結びつきとみるならば，緯度2°づつに細分割して示した赤道附近の拡大図は更に暗示的である（Fig. 5，B）。なお図では，30° Nより北でⅡ群が少し増加しているが，この方面の海域では季節と場所の資料が一部に限られているので，その理由はよくわからない。

キハダの場合においては，第7図のとおり，Ⅰ群とⅡ群は 2°N 附近でⅢ群との相対的な関係が逆転している。Ⅲ群のピークは2°Nより南でみとめられる。

中村[7] は，北太平洋の海流はそれぞれマグロ，カジキ類にとって異った生活圏であり，異った海流はまた異った生態的な意義をおびるというが，一方また，それぞれの海流がこれらの魚類のexistence に，あるいは如何なる生態の過程に如何なる関連をもつか，といった点の考察に将来の期待がかけられるという。須田[8]

* 各群の区分は，便宜上次のようにした。
Ⅰ群 …… G. I.，1.0以下， Ⅱ群 …… G. I.，1.1～2.0， Ⅲ群 …… G. I.，2.1以上。

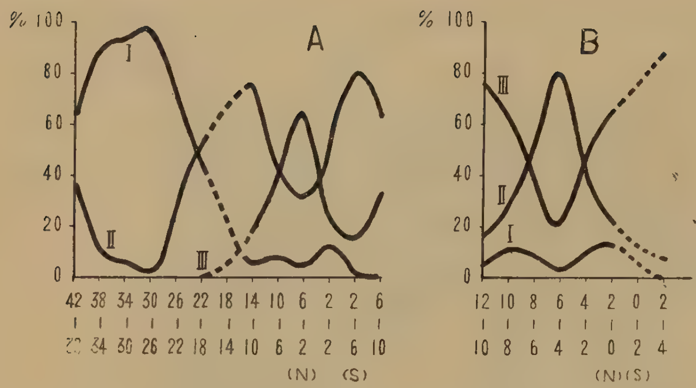


Fig. 6 The relative abundance of three different groups of gonad-index showing their regional alternation (Bigeye tuna).

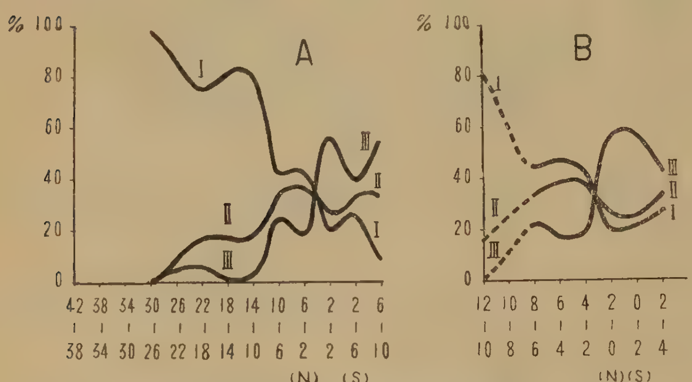


Fig. 7 The relative abundance of three different groups of gonal-index showing their regional alternation (Yellowfin tuna).

は中村の想定にもとづいて，北太平洋のビンナガの体長組成を海流の流域別に分析した。

こゝでみとめられた結果からは，推定される各 G.I. 級群と海流系との関係は次のようになる。

海流域	相対的な卓越群 (メバチ)	(キハダ)
北太平洋流海域	Ⅰ群	一
北赤道流海域	Ⅱ群	Ⅰ群
赤道反流海域	Ⅲ群	Ⅰ，Ⅱ群
南赤道流海域	Ⅱ群	Ⅲ群

Ⅲ群の多い赤道反流の海域は，西太平洋（140°〜180°E，Long.）のメバチの中心となるべき産卵水域と思われる。また，Ⅰ群，Ⅱ群，Ⅲ群を各自未熟群（或いは索餌群），中熟群（或いは産卵群の recruit），産卵群とすれば，それぞれの海流系はこれらの生態的な領域としてもみとめられるようである。その機溝は不明であっても，北部太平洋漁場と低緯度海域のメバチ間に，互いに補給の行われていることはあきらかと考えられる。

要　　　約

1．西太平洋（140°〜180°E．Long.）のメバチの産卵場は主として赤道反流の海域に分布していると推定される。

2．著名漁場の一つとして知られる北赤道流の南縁沿いの海域のメバチも，逐次産卵群に補給されるという意味で繁殖集団と考えられる。

3．それぞれの海流系には中村のいう異った生活圏としての意義が想定される。

4．北部太平洋漁場と低緯度海域のメバチ間に相互の補給が行われていると推定される。

終りに，終始御助言を頂いた中村所長，文献の閲覧と校閲をお願いした矢部遠洋資源部長，資料の整理の労をとられた渡辺久也氏，作図をお願いした明神方子氏及び資料の蒐集にあたった遠洋資源部各位に深謝する。

文　　　献

1．B. M. Shimada, 1951, Fishery Bulletin, 62, U. S. Fish and Wildl. Serv.
2．木川昭二. 1953, 南水研業績集 No. 1, Cont. No. 24.

3. H. S. H. Yeun, 1953, Special Scientific report. No. 150, U. S. Fish and Wildl. Serv.
4. M. B. Schaefer and C. J. Orang, 1956, Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission, Vol. 1, No. 6.
5. 上村忠夫, 1954, マグロ延縄漁業平年漁況図（南海区水研編）
6. F. C. June, 1953, Fishery Bulletin 77, U. S. Fish and Wildl. Serv.
7. 中村広司, 1954, 水産科学 No. 14.
8. 須田　明, 1956, 日水会誌, Vol. 21, No. 12.

APPENDIX

Data on Ovaries Collected in the Western Pacific

(Bigeye Tuna)

Position		Date	Fish Fork	Ovary	Gonad	Position		Date	Fish Fork	Ovary	Gonad
Latitude	Longitude	collected	length (cm)	weight (g)	index ($\times 10^4$)	Latitude	Longitude	collected	length (cm)	weight (g)	index ($\times 10^4$)
40 N	163 E	IX-25 '52	82	56	0.1				125	130	0.7
39 N	160 E	IX-23 '52	151	315	0.9				119	120	0.7
			148	372	1.1			X-18 '52	113	98	0.7
			158	192	0.5			X-19 '52	140	210	0.8
			157	550	1.4				148	225	0.7
39 N	169 E	X-2 '52	138	221	0.8				115	71	0.5
			128	311	1.5				149	281	0.9
			146	337	1.1				166	487	1.1
			125	255	1.3				150	255	0.8
			157	180	0.5				116	116	0.7
			167	520	1.1			X-20 '52	127	165	0.8
			151	323	0.9	36 N	165 E	X-16 '52	160	375	0.9
			150	285	0.8	36 N	168 E	X-5 '52	116	83	0.5
			155	345	0.9				143	158	0.5
38 N	168 E	X-7 '52	136	158	0.6				145	375	1.2
			137	210	0.8	32 N	177 E	I-11 '51	118	34	0.2
			123	161	0.9				118	53	0.3
			114	190	1.3				112	30	0.2
			146	390	1.3				117	38	0.2
			123	300	1.6				156	150	0.4
			145	544	1.8				118	53	0.3
			141	240	0.9				120	72	0.4
			117	45	0.3				124	49	0.3
			162	450	1.1				120	45	0.3
			118	75	0.5				120	57	0.3
			114	172	1.2				128	65	0.3
			113	120	0.8			I-12 '51	154	143	0.4
			162	510	1.2				164	162	0.4
			130	146	0.7				115	75	0.5
			125	188	1.0				113	98	0.7
37 N	168 E	X-13 '52	110	90	0.7				153	357	1.0
			119	158	0.9				123	109	0.6
			118	135	0.8				161	394	0.9
37 N	169 E	X-8 '52	153	310	0.9				152	360	1.0
			152	255	0.7				148	357	1.1
			137	202	0.8				124	132	0.7
			132	113	0.5				123	27	0.2
36 N	163 E	X-17 '52	145	300	1.0				116	57	0.4
			146	278	0.9				104	23	0.2
			116	120	0.8				163	578	1.3
			155	300	0.8				158	128	0.3
			123	240	1.3				89	27	0.4
			137	202	0.8				146	113	0.4
			115	135	0.9				175	477	0.9
			117	124	0.8				162	402	0.9
			114	116	0.8	31 N	177 E	I-9 '51	162	405	1.0

Position		Date	L.	W.	index	Position		Date	L.	W.	index
Lat.	Long.					Lat.	Long.				
			155	353	0.9				130	139	0.6
			129	68	0.3				119	102	0.6
		Ⅰ−10 ′51	104	23	0.2				146	319	1.0
			128	128	0.6				154	349	1.0
			154	398	1.1				155	308	0.8
			146	248	0.8				172	413	0.8
			115	102	0.7				144	255	0.9
			105	27	0.2				104	75	0.7
			121	30	0.2				121	75	0.4
			124	132	0.7				159	469	1.2
			121	27	0.2				149	270	0.8
			119	90	0.5				164	357	0.8
			128	162	0.8	30 N	159 E	Ⅲ−9 ′53	95	19	0.2
			118	49	0.3	30 N	171 E	Ⅲ−26 ′50	152	300	0.9
		Ⅰ−13 ′51	119	34	0.2	29 N	143 E	Ⅲ−18 ′50	160	432	1.1
			116	38	0.2	29 N	148 E	Ⅲ−18 ′53	120	143	0.8
			125	53	0.3	29 N	149 E	Ⅲ−16 ′53	150	278	0.8
			129	57	0.3	29 N	154 E	Ⅲ−13 ′53	150	296	0.9
			125	45	0.2				160	416	1.0
			116	49	0.3				123	124	0.7
			152	150	0.4				125	116	0.6
			115	49	0.3	29 N	155 E	Ⅲ−11 ′53	145	281	0.9
			123	57	0.3				122	176	1.0
			125	49	0.3				124	150	0.8
			91	15	0.2	29 N	159 E	Ⅲ−3 ′53	125	184	0.9
			123	87	0.3				95	38	0.4
			124	113	0.6	29 N	160 E	Ⅲ−6 ′53	71	34	0.9
			153	300	0.8	29 N	161 E	Ⅱ−28 ′53	119	143	0.9
			81	11	0.2				100	49	0.5
			124	109	0.6				124	131	0.7
		Ⅰ−14 ′51	126	113	0.6	28 N	148 E	Ⅱ−25 ′50	132	195	0.8
			161	413	1.0				140	240	0.9
			122	31	0.2				96	45	0.5
			98	49	0.5			Ⅱ−26 ′50	133	225	1.0
			98	49	0.5	28 N	149 E	Ⅱ−24 ′50	98	38	0.4
			151	293	0.9			Ⅲ−17 ′53	124	150	0.8
			150	338	1.0	28 N	153 E	Ⅲ−14 ′53	123	143	0.8
			114	64	0.4	28 N	160 E	Ⅲ−5 ′53	124	146	0.8
			122	105	0.6				125	143	0.7
			148	240	0.7				120	143	0.8
			128	113	0.5	27 N	140 E	Ⅻ−17 ′50	89	44	0.6
			93	23	0.3				73	13	0.3
			180	507	0.9	27 N	149 E	Ⅱ−23 ′50	146	262	0.8
			161	375	0.9				95	64	0.7
			123	117	0.6				131	188	0.8
			116	94	0.6	25 N	142 E	Ⅲ−22 ′50	147	420	1.3
			122	124	0.7	25 N	143 E	Ⅱ−11 ′50	138	225	0.9
			122	147	0.8	25 N	153 E	Ⅳ−20 ′50	141	305	1.1
			122	124	0.7				145	250	0.8
			117	72	0.4				137	220	0.9
			119	105	0.6	25 N	160 E	Ⅳ−8 ′50	144	300	1.0
			156	338	0.9				134	230	1.0
			154	263	0.7	24 N	143 E	Ⅳ−6 ′50	153	375	1.0
			119	87	0.5				115	105	0.7
			117	75	0.5				100	60	0.6
			122	135	0.7	24 N	144 E	Ⅳ−4 ′50	124	222	1.2
31 N	178 E	Ⅰ−8 ′51	121	70	0.4				128	179	0.9
			77	10	0.2				98	53	0.6
			80	10	0.2	24 N	149 E	Ⅱ−14 ′50	153	412	1.1
			177	225	0.4	24 N	154 E	Ⅳ−18 ′50	159	370	0.9
			120	64	0.4	24 N	156 E	Ⅳ−10 ′50	132	210	0.9
			126	150	0.8			Ⅳ−11 ′50	145	250	0.7
		Ⅰ−16 ′51	118	94	0.6				147	320	1.0
			122	45	0.2				150	250	0.7
			151	338	1.0			Ⅳ−12 ′50	112	200	1.4
			156	319	0.8	24 N	160 E	Ⅳ−6 ′50	152	600	1.7
			125	109	0.6				136	250	1.0

Position Lat.	Position Long.	Date	L.	W.	index	Position Lat.	Position Long.	Date	L.	W.	index
23 N	144 E	Ⅲ−26 '50	131	314	1.4				145	490	1.6
23 N	145 E	Ⅳ−3 '50	96	60	0.7				140	750	2.7
23 N	152 E	Ⅱ−18 '50	105	60	0.5				149	580	1.8
22 N	145 E	Ⅲ−28 '50	134	322	1.3				131	440	2.0
22 N	146 E	Ⅲ−29 '50	136	225	0.9				133	150	0.6
22 N	148 E	Ⅰ−18 '53	154	356	1.0				157	1660	4.3
22 N	149 E	Ⅲ−19 '49	120	124	0.7	7N	175 E	Ⅹ−26 '52	120	325	1.9
22 N	150 E	Ⅱ−19 '53	152	293	0.8				143	975	3.3
			153	431	1.2				128	770	3.7
		Ⅱ−20 '53	147	383	1.2				133	1100	4.7
			102	116	1.2				161	1780	4.3
22 N	151 E	Ⅲ−12 '49	131	236	1.0				159	1810	4.5
		Ⅲ−13 '49	120	128	0.7				137	263	1.0
		Ⅰ−17 '50	131	199	0.9	6N	146 E	Ⅶ−5 '50	115	880	5.8
22 N	152 E	Ⅶ−29 '52	140	340	1.2				108	487	3.9
			141	260	0.9	6N	153 E	Ⅴ−23 '52	107	175	1.4
			89	60	0.9				132	1070	4.7
22 N	153 E	Ⅰ−22 '53	152	341	1.0	6N	156 E	Ⅴ−29 '52	128	1430	6.8
			133	251	1.1				128	1020	4.9
			145	285	0.9				113	295	2.1
			141	285	1.0	6N	157 E	Ⅴ−4 '52	146	1600	5.2
			147	259	0.8				113	680	4.7
21 N	145 E	Ⅲ−19 '49	85	4	0.1				130	1100	5.0
			119	26	1.5				137	1000	3.9
			78	11	0.2				127	1450	7.1
19 N	148 E	Ⅴ−5 '49	92	15	0.2				136	2600	10.4
19 N	149 E	Ⅵ−9 '52	148	350	1.1				129	1100	5.1
		Ⅵ−10 '52	133	205	0.9				97	240	2.6
19 N	151 E	Ⅵ−8 '52	137	200	0.8				116	950	6.1
19 N	152 E	Ⅵ−7 '52	142	220	0.8				137	2050	8.0
			139	200	0.7				129	850	4.0
19 N	154 E	Ⅶ−26 '52	104	160	1.4				140	1650	6.0
18 N	148 E	Ⅶ−10 '52	130	250	1.1				140	1100	4.0
			129	250	1.2				125	1000	5.1
			125	200	1.0				114	610	4.1
18 N	149 E	Ⅶ−9 '52	134	320	1.3	6N	167 E	Ⅶ−20 '51	109	960	7.4
18 N	150 E	Ⅴ−17 '49	118	225	1.4				131	950	4.2
18 N	150 E	Ⅶ−8 '52	126	240	1.2	6N	169 E	Ⅶ−26 '51	109	440	3.4
			141	230	0.8				117	380	2.4
			125	200	1.0				123	310	1.7
18 N	151 E	Ⅴ−7 '49	145	450	1.5			Ⅷ−8 '51	100	120	1.7
		Ⅴ−8 '49	119	210	1.2				159	1990	5.0
18 N	153 E	Ⅶ−23 '52	121	200	1.1				136	1140	4.5
		Ⅶ−24 '52	128	590	2.8				92	100	1.3
			131	200	0.9				133	1040	4.4
18 N	154 E	Ⅶ−27 '52	130	530	2.4				141	1120	4.0
17 N	153 E	Ⅶ−25 '52	109	130	1.0			Ⅷ−9 '51	126	500	2.5
11 N	158 E	Ⅶ−17 '52	115	270	1.8				146	1590	4.9
			122	290	1.6				130	390	1.8
			133	500	2.1				102	130	1.2
			128	360	1.7	6N	172 E	Ⅶ−30 '51	127	320	1.6
			125	320	1.6				125	470	2.4
		Ⅶ−18 '52	115	470	3.1				129	350	1.6
			110	230	1.7				157	2030	5.4
			130	380	1.7				129	260	1.2
11 N	159 E	Ⅶ−19 '52	126	340	1.7			Ⅷ−3 '51	125	300	1.5
			135	400	1.6				147	1020	3.2
			147	1700	5.4				131	320	1.4
10 N	158 E	Ⅶ−16 '52	106	160	1.3				127	260	1.3
10 N	174 E	Ⅹ−24 '52	132	720	3.1				113	210	1.4
			118	140	0.9				124	320	1.7
			126	276	1.4				119	510	3.0
			153	975	2.7				106	120	1.0
			150	840	2.5	6N	173 E	Ⅷ−4 '51	132	430	1.9
			138	460	1.8				142	370	1.3
9 N	160 E	Ⅷ−26 '50	130	1220	5.5				126	320	1.6
8 N	171 E	Ⅷ−6 '51	127	540	2.6				122	350	1.9

Position		Date	L.	W.	index	position		Date	L.	W.	index
Lat.	Long.					Lat.	Long.				
			130	360	1.6	4 N	166 E	VII−14 '51	126	1090	5.4
			138	550	2.1				126	1690	8.4
6 N	175 E	X−28 '52	125	921	4.1				142	1220	4.3
			148	1665	5.1	4 N	168 E	VII−24 '51	92	260	3.3
			119	316	1.9				127	900	4.4
			119	187	1.1				127	1000	4.9
			140	1130	4.1				109	770	5.9
			162	1695	4.0				130	1220	5.5
			118	475	2.9	3 N	150 E	VIII−5 '50	119	410	2.4
5 N	148 E	VII−21 '50	112	217	1.5	3 N	155 E	IV−27 '52	122	380	2.1
			123	401	2.2	3 N	163 E	VII−1 '51	87	30	0.5
5 N	157 E	V−2 '52	136	1200	4.8	3 N	165 E	VII−8 '51	81	60	1.1
			94	140	1.7				132	900	3.9
			125	1400	7.2				118	660	4.0
			144	2000	6.7				107	150	1.2
		V−3 '52	134	1100	4.6	3 N	166 E	VII−11 '51	117	670	4.2
			132	1400	6.1				125	920	4.7
			135	1100	4.5				145	2000	6.6
			124	1300	6.8			VII−12 '51	135	1360	5.5
			149	1100	3.3				156	2350	6.2
			111	600	4.4				123	1130	6.1
			123	850	4.6	3 N	175 E	X−30 '52	112	1080	7.7
			134	1000	4.2				136	1110	4.4
			139	1150	4.3	2 N	150 E	VIII−18 '51	109	394	3.0
5 N	168 E	VII−21 '51	138	940	3.6				123	927	5.0
5 N	173 E	VIII−13 '51	123	1070	5.8			VIII−19 '51	88	43	0.6
			126	770	3.8	2 N	152 E	VII−8 '50	125	663	3.4
			166	2850	6.2	2 N	154 E	VII−15 '50	124	337	1.8
			114	380	2.6				120	296	1.7
		VIII−14 '51	132	1180	5.1			VII−16 '50	114	281	1.9
			127	1410	6.9				123	431	2.3
			134	1100	4.6				119	390	2.3
			129	1290	6.0	2 N	156 E	IV−28 '52	95	160	1.9
			140	1630	5.9				138	1120	4.3
			110	740	5.6				133	580	2.5
			136	1040	4.6			IV−29 '52	135	710	2.9
			152	1620	4.6				113	380	2.6
		VIII−15 '51	105	450	3.9	2 N	157 E	IV−30 '52	105	140	1.2
			130	1040	4.7	2 N	160 E	IX−3 '51	115	278	1.8
			124	1260	6.6	2 N	161 E	VI−29 '51	82	45	0.8
			126	1510	7.5	2 N	162 E	VI−30 '51	145	450	1.5
			140	1330	4.8				102	180	1.7
			139	1200	4.5				125	460	2.4
			128	800	3.8	2 N	173 E	XI−1 '52	140	1784	6.5
5 N	174 E	VIII−16 '51	125	1400	7.2				131	2150	9.6
			110	1160	8.7				138	1155	4.4
			107	800	6.5	1 N	153 E	VII−9 '50	107	337	2.8
			156	2800	7.4			VII−13 '50	108	75	0.6
		VIII−17 '51	130	920	4.2				111	262	1.9
			175	2070	3.9	1 N	154 E	VII−14 '50	136	712	2.8
			168	4000	8.4				120	315	1.8
4 N	150 E	VIII−13 '51	116	375	2.4	0 N	159 E	VIII−29 '51	84	17	0.3
4 N	159 E	IX−6 '51	95	72	0.8			VIII−31 '51	90	44	0.6
			102	128	1.2	0 N	174 E	XI−3 '52	116	845	5.4
4 N	160 E	IX−7 '51	117	789	4.9				132	900	3.9
4 N	163 E	VII−3 '51	120	720	4.2				144	345	1.2
			127	250	1.2	2 S	175 E	XI−16 '52	120	225	1.5
		VII−4 '51	119	380	2.3				113	166	1.2
			85	70	1.1	2 S	176 E	XI−8 '52	138	600	2.3
		VII−5 '51	119	300	1.8				131	428	1.9
			121	670	3.8			XI−9 '52	127	405	2.0
4 N	164 E	VII−9 '51	109	250	1.9			XI−10 '52	153	2800	7.8
			163	2120	4.9				110	327	2.5
			141	1200	4.3			XI−11 '52	146	500	1.6
			112	530	3.8			XI−12 '52	146	360	1.2
4 N	165 E	VII−10 '51	131	440	2.0				136	365	1.5
			151	2150	6.2	5 S	176 E	XI−6 '52	99	495	5.1

Position		Date	L.	W.	index	Position		Date	L.	W.	index
Lat.	Long.					Lat.	Long.				
7 S	158 E	VIII−14 '52	113	450	3.1				114	563	3.8
			111	290	2.2	10 S	160 E	VII−13 '53	121	195	1.1
		VII−19 '53	117	297	1.9			VII−17 '53	131	296	1.3
			102	360	3.4				136	308	1.2
			115	251	1.7						

The position refers consistently to 1-degree square, e. g. 26°N. 145°E. to the square bounded by

26°N.−145°E.

26°N.−146°E.

27°N.−145°E.

27°N.−146°E.

マグロ延縄の漂移からみたソロモン群島近海６～８月の海流 *

山 中 一

On the Currents in the Solomon Seas from the Drift of the Tuna Long-Line between June and August

Hazime YAMANAKA

Ocean currents in the adjacent seas of Solomons were tried to determine by plotting the drift of the tuna long-line. Data were collected from the operations of the commercial tuna boats.

The following matters can be said from the comparison of the present result and the current charts published by both Hydrographic Office of Japan and U. S. A.

1). Seas east of 160°E between 10°S and equator

In this area of the sea, the result of the present study almost perfectly agrees with those of the published charts, especially to that of the U. S. A.

The South Equatorial Current indicates it's flowing direction to SW in August.

2). Seas west of 160°E and north of 5°S

In this area of the sea, current showed the E or SE direction in June 1952 and 1953, and became much more prevailing in August 1953. This is never the case ever reported in those months. With those phenomena the author considers that the Equatorial Counter Current system extends south in the summer months of the north hemisphere, as were already set forth by Han-Lee Mao & Kozo-Yoshida and M. K. Robinson.

However, the phenomena were suggested in the current charts prepared by the hydrographic survey or U. S. A. that the areas were covered by the vortex of the S. E. C.

3). a), Seas west of 160°E and south of 5°S

b), Seas between the Islands

c), Seas of the Coral Sea sides of the Islands

Little is known about the currents in those seas.

According to the present data it may be said that in the area a) the current has the direction of W or NW between June and August, and in the areas of b) and c), a part of the current in the area a) appears to diverges and flows in the SE direction along the Islands.

ま え が き

この報告は，マグロ延縄漁船から提供されたソロモン群島周辺海域の海流に関する記録をとりまとめたものである。同海域に於ては，1952 年及び 1953 年の６～８月の間に大規模な母船団による操業が行われ，同時にこの海域に出漁した独航船も相当に多く，これらの記録を一括した。以上の記録をとりまとめた結果，海流に関してこれ迄得られてなかった新しい知見を得たので，これについて記述すると共に若干の考察を加えた。宇田[(1)]は，日本近海に於てマグロ延縄の漂移から海流の強さ及び方向を求め，実際の海流とよく合致し

---

* 南海区水産研究所業績　第 79 号
昭和29年11月，日本水産学会中国，四国支部大会に於いて一部要旨講演。

た結果を得ている。資料のとりまとめはその方法に準じて行った。

とりまとめに当って，当水研所長中村広司氏，遠洋資源部長矢部博氏から絶えず御批判と御助言を頂いたが，同時に主な資料の蒐集者である須田明技官及び木川昭二技官からも貴重な御意見を寄せられた。更に東京水産大学教授宇田道隆氏からも御教示と御激励を賜った。

I〕 記録をとりまとめた結果

漁船の海流に関する記録は，前述したようにマグロ延縄の漂移から求めたものである。個々の延縄の漂移時間は，操業の形態上大体午前6時から12時迄の6時間である延縄の漂移から海流の強さ及び方向を求める際には，潮汐流や天測に基く誤差の影響が考えられるが，この場合には漂移時間が短い為に，天測誤差に基く海流の誤差が大きいと思われる。それ故記録されている海流の強さ，方向はそのまゝ使用せず，第1図a）に示す如く大略的に示し海流の大勢を調べた。

資料に基いて，1952年及び1953年の6～8月の海流分布を示すと，第1～2図に示すごとくである。両年とも操業中心海域は月によりかなり異っていて資料が偏在している場合もあるが，以下の4海域に区分して夫々の海流についてみると次の如くである。

a. June

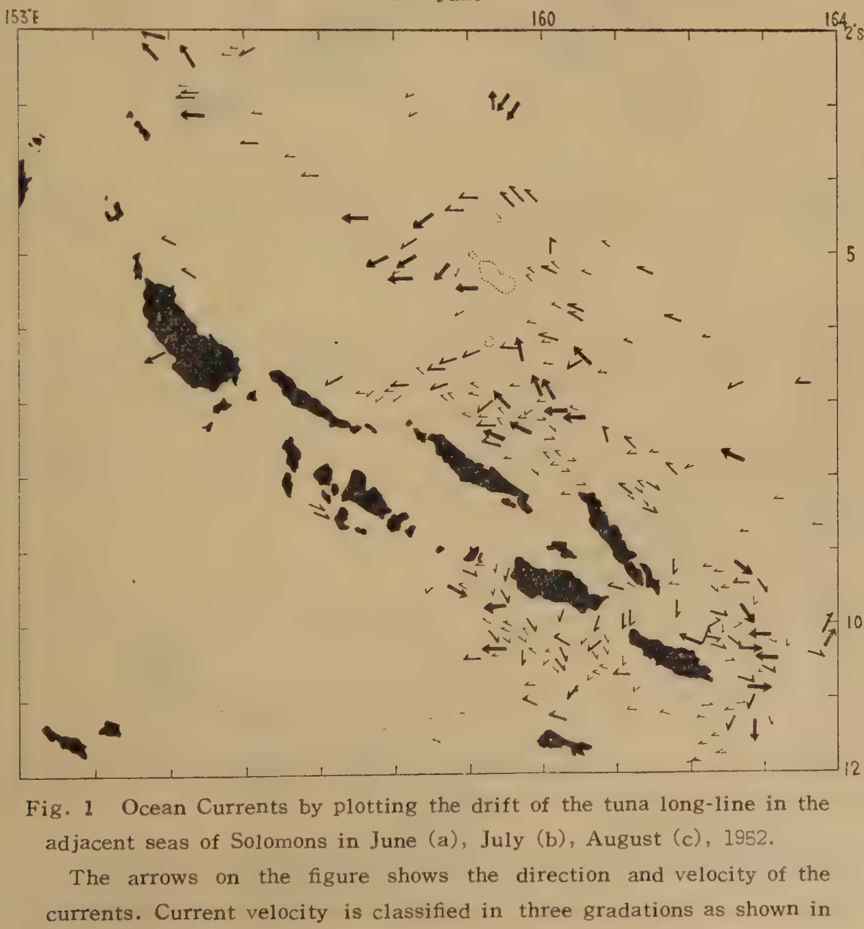


Fig. 1 Ocean Currents by plotting the drift of the tuna long-line in the adjacent seas of Solomons in June (a), July (b), August (c), 1952.

The arrows on the figure shows the direction and velocity of the currents. Current velocity is classified in three gradations as shown in figure 1 (a).

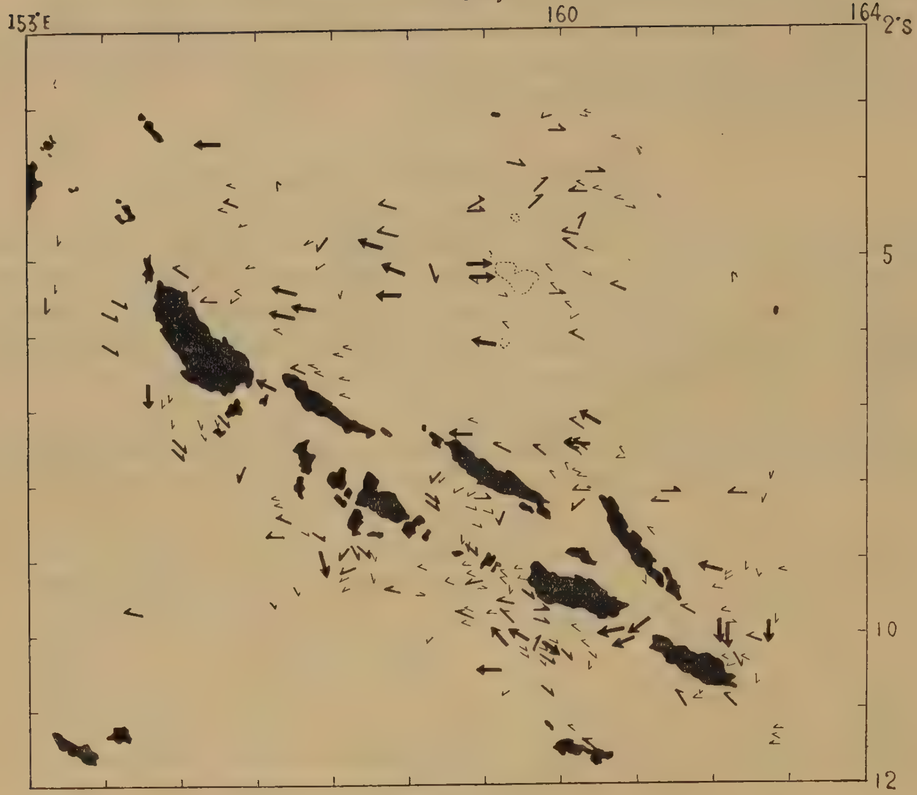


Fig 1 (b)

i) 5°S以北の海域

1953年では資料は多いが，1952年の資料は少い。160°E以西の海域では，1952年7～8月の資料はないが6月には3°S 以北に0.5～1.0 ′/h のE流が認められる。又3°S 以南では6，7，8月ともW流がみられる。これに対し，1953年6月には，ほゞ全域にわたるW流が存在している。 7月には On-tang-Java 島以北に弱いE流がみられ，8月にはこのE流はSE流として 5°S 以北全域にみられ，1.0～1.5 ′/h と強勢になっている。160°E 以東の海域には，1952年6月の資料しかないが，これによるとW流系統の海流の中にE又はSWの海流がみられ複雑な海流状態を示している。

ii) 5°S以南ソロモン群島北側の海域

160°E 以西の海域では，両年ともほゞW又はNW流である。又流れの強弱は年によって異なり，1952年の各月の海流は1953年のそれよりも強勢である。160°E以東の海域では，1952年6月に資料は少いがSE又はSWの海流がみられる。

7月には，W，NW及びSWの海流がみられ大略W流系統の流れを示している。8月には前月にみられなかったE流がみられ，165°E附近ではS又はSWの海流もみられる。1953年6，7月には何れもW又はNWの海流が現れているが，ソロモン群島南部の Sta-Isabel，Malaita，Sancristobal 島の島々沿いに上記のW又はNW流の反流の一部としてE又はSEの海流がみられる。

iii) ソロモン群島島嶼間の海域

1953年7，8月の資料しかない。これによると，両月とも海流はE又はSEで，各水道ではそれぞれ異った方向の海流が流入したり流出したりしているのがみられる。この海域では，海流と潮汐との間に関係があるかもしれない。

c. August

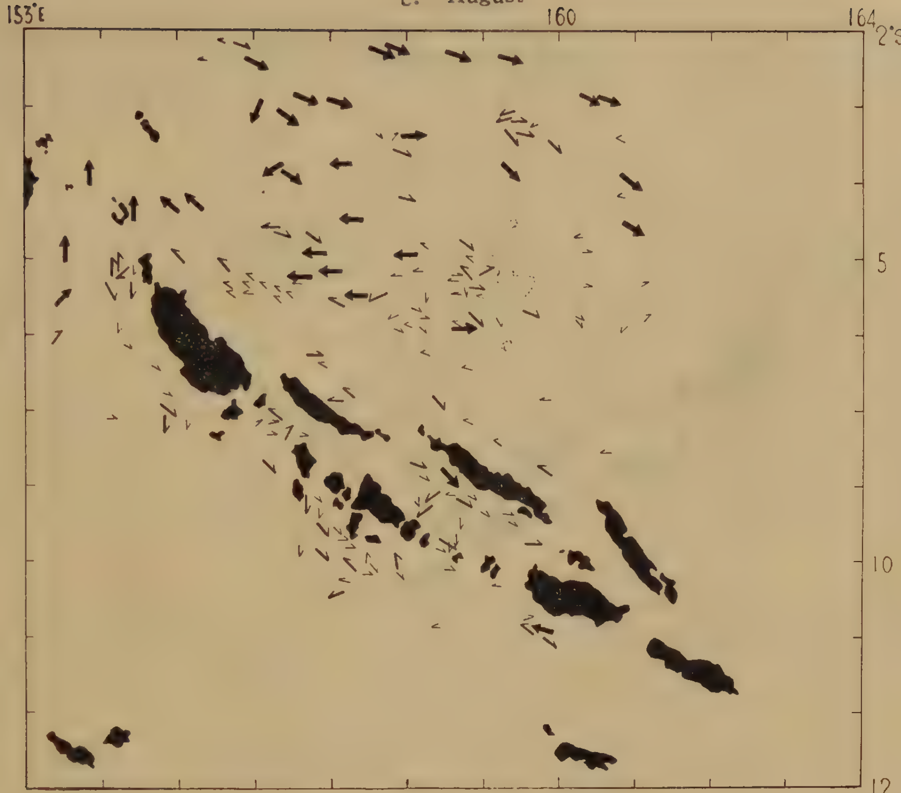


Fig. 1 (c)

a. June

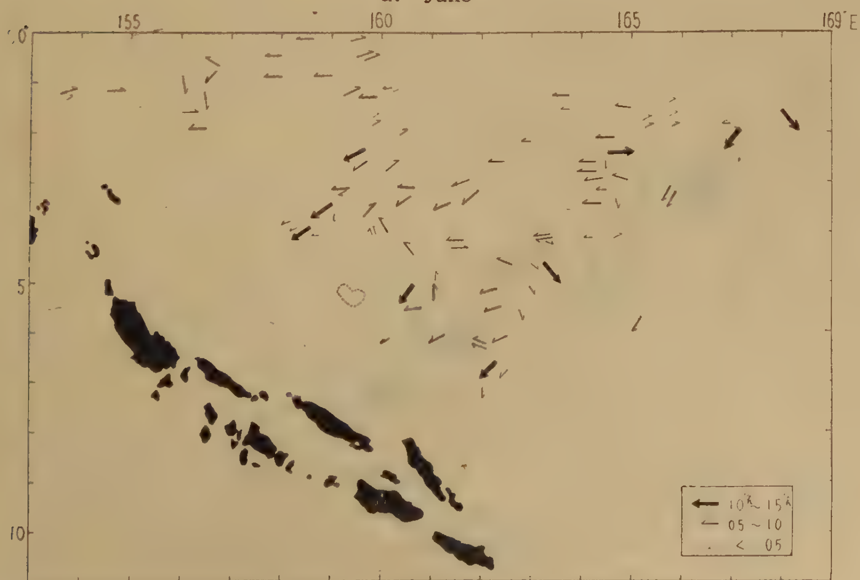


Fig 2 (a)

b. July

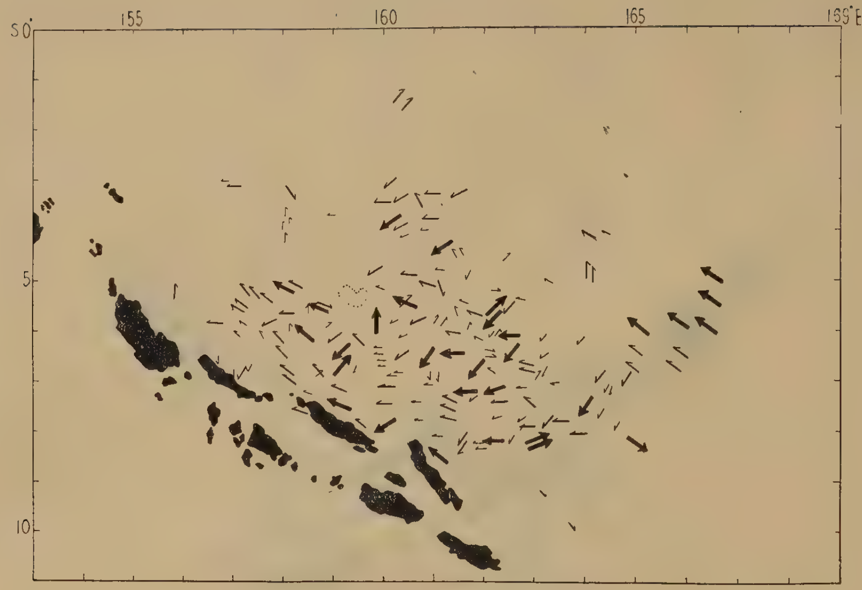


Fig. 2 (b)

c. August

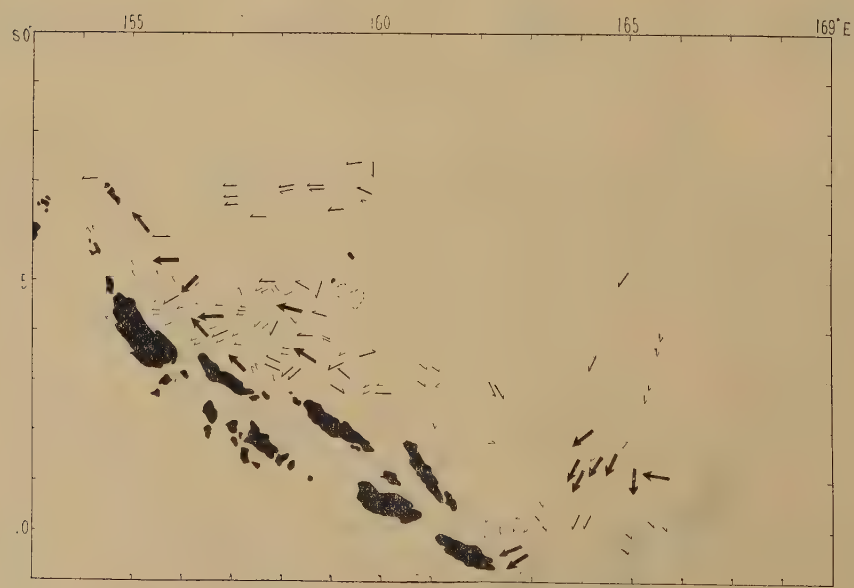


Fig. 2 Ocean Currents by plotting the drift of the tuna long-line in the adjacent seas of Solomons in June (a), July (b), August (c), 1953.

The arrows on the figure shows the direction and velocity of the currents. Current velocity is classified in three gradations as shown in figure 1, (a).

iv）ソロモン群島珊瑚海側の海域

1953年の資料しか得てないが，各月とも沿岸に近い海域の海流はE又はSEであり，一部は上述した iii）の海域に流入し，一部はその海域から流出する海流と潮目を形成している。これに反し，やゝ沖合の海域ではW又はNWの海流がみられる。

III 考　　　察

1～2図に示すソロモン群島周辺海域についてみると，海流に関する既往の資料は少く，その詳細については充分に知られていない。日本水路部発行の海流図[2]によると，6～9月では南赤道流に属するW又はNWの海流が大勢的であり，1～3月では資料は少いが，南赤道流に属するW流の外に南赤道流の反流（これは渦流となっている）に属するE又はSE流もみられる。SVERDRUP[3]も2～3月の海流は全域にわたり南赤道流の反流（これは渦流となっている）に属するものとしてSEの海流を示している。AMERICA水路部発行の海流図[4]は，日本及び各国の資料をも取り入れて各月毎に海流を示しているが，資料は充分なものではない。これによると6月には全域にわたりW及びNWの海流を示すが，8月には157° E以西の海域で南赤道流の反流（これは渦流となっている）の一部として珊瑚海に入るSWの海流がみられる。又170° E，2° S附近からソロモン群島南端に向うSWの海流もみられる。7月は6，8月の中間的性格の海流を示している。

こゝに示した流向の分布は，以上述べた既往の海流図に示される流向と同じ場合もあるが，異った方向のものや既往の海流図には全く示されなかったものもある。又2ケ年間の資料は，海流の強弱や方向が年や月で変る事を示している。既往の海流図とほゞ同一の流向を示すのは，前章の i）及び ii）の主として160°E以東の海域である。1952年6月の海流はW流の中にE流もみられ複雑な海流状態を示し，AMERICA の水路部の6月の海流図と一致しない点もあるが，1952年8月の海流は前述した AMERICA 水路部の8月の海流とよく一致し，此の月には南赤道流は一部SWの方向である事を示している。しかし，i）の海域でも160°E以西では消長変化の著しいE又はSE流を示し，既往の海流図と異った流向を示す。

これとよく似た方向の海流は，SVERDRUP の2～3月の海流図や，日本水路部の1～3月の海流図に一部示されているが，6～9月の海流図にはみられない。AMERICA 水路部の7，8月の海流図には，S及びSWの海流が示されているが，E又はSE流は示されていない。Han-Lee MAO 及び Kozo YOSHIDA[5]は OPERATION CROSSROADS の結果，165°E 線を中心とした Marshall 群島南北の鉛直等圧線高低断面図から判断して，北半球の夏季では赤道反流は南半球側に拡がっている様に考えられると述べている。又，ROBINSON[6]も同海域の Bathy-thermograph による各層水温分布状態からこの考えを裏付けている。5° S以北にみられるE又はSE流は，これらの事がらと関連させて考える事が出来るかも知れない。しかし，E流の資料が得られている海域は限られており，その全ぼうについては審かでないが，AMERICA 水路部海流図の8月の海流状態と関連させて，南赤道流の反流（これは渦流となっている）の一部であるとも考えられる。いずれにしても，このE流は今後同海域の海流の変化消長を調べる上に重要な手がゝりになると思われる。ソロモン群島に近接した iii），iv）の海域及び ii）のソロモン群島北側に近接した海域の各月の海流資料は，既往の海流図では空白であった海域の海流状態をかなり詳細に示しており，海流の方向を追跡するのに重要な示唆を与えている。資料の範囲内では，ソロモン群島北側に近接した海域の海流は，各月ともほゞ連続したW又はNW流であり，iii），iv）の海域の海流はその海流の一部分が分枝して，ソロモン群島北端の海峡から珊瑚海に入り，沿岸に沿ってSEに流れる連続した海流である事が窺われる。

最後に，製図の労をとられた横山高子嬢に感謝する。

文　　　献

1）宇田道隆：流網，延縄による海流の研究について 日水誌，3－(2)，1953.

2) 日本水路部：印度洋及び濠洲近海海流図, No. 6033, A, 1918.
3) H, U, SVERDRUP *et al* : "The OCEANS"., 4th printing, PRENTICE-HALL, NEW YORK. 1952.
4) Hydrographic Office, United States Navy : The Surface Current of the South Pacific, H. O. Misc No. 10058, 1944.
5) Han-Lee MAO and Kozo YOSHIDA : Physical Oceanography in the Marshall Island Area, Geographical Survey, Professional Paper 260-R, 1955.
6) M, K ROBINSON : Sea Temperature in the Marshall Island Area, S I O Reference 52~45. Oceanographic Report No. 29. 1952.

魚類内臓の蛋白酵素に関する研究*

Ⅳ 胆汁酸類のマカヂキ胆汁蛋白酵素に及ぼす影響

鈴木秋果・森尾忠夫

Studies on the Proteases contained in the Fish Viscera－Ⅳ Effects of Bile Acids on the Bile Protease of the Striped Marlin.

Akimi SUZUKI and Tadao MORIO

It has previoualy been reported[1] that the pyloric appendages of the spear-fishes contain extremely small amounts of protease, bnt very active proteases were contained within the gall of the fishes.

The present investigation was undertaken to see if the activity of the bile protease prepared from the gall of the striped marlin could be accelerated by cholic acid, desoxy cholic acid and crude bile acids of the striped marlin.

The results have been shown on Table 1 and 2, and it may be concluded from the results that the activity of the protease is accelerated by these bile acids, under conditions that the temperature is 40°C and casein is used for substrate.

前報[1]に報告した如く，カヂキ類の胆汁中には非常に強力なトリプシン類似の蛋白酵素が含有されているが，幽門垂中の蛋白酵素は他魚類に比べて極端に弱く，従ってカヂキ類の蛋白消化機能上に於いて胆汁蛋白酵素の果す役割は非常に重要なものであろうと考えられる。一般に従来の研究によると[2,3,4]胆汁酸類はトリプシン，エレプシン等の蛋白酵素に対し阻害作用を示すとされているが，カヂキの胆汁蛋白酵素の如き特殊な場合に於ける研究は為されていない。著者等は蛋白酵素利用の基礎知識を得ると同時に魚類の生理機構に関する知見を得るために以下述べる如く，マカヂキの胆汁蛋白酵素によりカゼインを消化する場合に，コール酸，デソオキシコール酸及びマカヂキ胆汁より得た粗胆汁酸を添加して，これらの影響につき検討した。

実験及び結果

1．試薬及び試料

i）マカヂキ胆汁蛋白酵素

マカヂキ胆汁に4倍量のアルコールを添加して生じた沈澱を吸引濾過し，エーテルにて洗い，真空デシケータ中にて乾燥後細粉とし，これを0.2％水溶液として使用した。

ii）マカヂキ粗胆汁酸（No. 1）

マカヂキ胆汁に4倍量のアルコールを添加して沈澱を除去し，アルコール溶液を減圧濃縮し，苛性カリを10％添加し逆流冷却器を附して砂皿上にて53時間加熱加水分解した後，濃塩酸で中和して生じた沈澱を濾過し，無水アルコールに溶解して結晶化を試みたが不成功であったので倍量のエーテルを添加し生じた着色沈澱を遠心分離して乾燥し，淡灰色非晶質の粉末を得た。これを0.5g取り少量の苛性ソーダ水溶液に溶解し水にて全容50mlとした。（ペテンコーフェル反応及びリーベルマン反応陽性）

* 南海区水産研究所業績 第52号 1953年4月日本水産学会春季大会で要旨講演。

iii）マカヂキ粗胆汁酸（No. 2）

前の ii）に於いて加水分解中和後アルコールに溶解しエーテルを添加して No. 1 の沈澱を除去した際の母液から溶媒を溜去した後，石油エーテルで洗滌しエーテルに溶解して再結晶を行った所，淡黄色の結晶状粉末を得た。これを先と同様に 0.5 g 取り苛性ソーダ水溶液少量に溶解して全溶積を水にて 50 ml とした。（ペテンコーフェル及びリーベルマン反応陽性）

iv）コール酸水溶液

市販特級コール酸 0.05 g を少量の苛性ソーダ水溶液に溶解し全容を 50 ml とした。

v）デソオキシコール酸水溶液

コール酸水溶液と同様に市販特級品を用いて調製した。

vi）2％カゼイン溶液

カゼイン 10 g に水 200 ml，1 N苛性ソーダ 18 ml を加え加熱溶解し，0.1N の塩酸で中和し PH 7.4 とし全容積を 500 ml とした。

vii）緩衝液

M/10 クエン酸水溶液と M/5 第二燐酸ソーダ水溶液の混合による McIlvaine Bupher を使用した。

2. 実 験 操 作

PH 7.4 に於ける場合と PH 4.5 に於ける場合に分けて実験した。

前者の場合は，大型試験管にカゼイン溶液 5 ml，PH 7.4 の緩衝液 5 ml，酵素液 2 ml 及び胆汁酸溶液を 0 ml から 5 ml 迄，段階的に加え，水を添加して全容積を 17 ml とし 40° C の恒温水槽に 1 時間放置後，トリクロルサクサン 2.5 % 水溶液を 5 ml 添加し乾燥濾紙で濾過し濾液 5 ml 中のアミノ態窒素量をヴァン スライク法で測定した。又酸性に於ける影響を見るため PH 4.5 の緩衝液を使用し前の操作と同様にして実験した。但し酸性では反応が非常に進行し難かったので反応時間は 3 時間に延長した。又各実験毎に 100° C，5 分間煮沸した酵素液によりブランクの値を求めこれを差引いてアミノ態窒素増加量を算出した。

3. 実 験 結 果

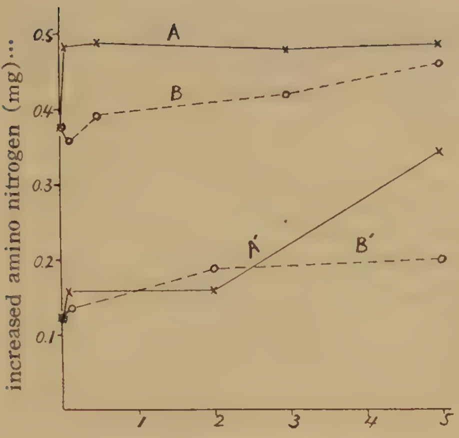
結果を Table 1，Table 2，Fig. 1，Fig. 2 に示す。

Table 1 The effects of bile acids on the bile protease of the striped marlin (at pH. 7.4)

Kinds of adding bile acids	Increased amino Nitrogen (mg)				
	Volume of added bile acids solutions (ml)				
	0	0.1	0.5	3.0	5.0
cholic acid	0.3771	0.4852	0.4909	0.4772	0.4850
desoxycholic acid	0.3771	0.3579	0.3935	0.4240	0.4607
crude bile acid of striped marine (No .1)	0.3771	0.4916	0.5338	0.6139	0.5135
crude bile acid of striped marine (No. 2)	0.3771	0.4304	0.5135	0.4719	0.4344

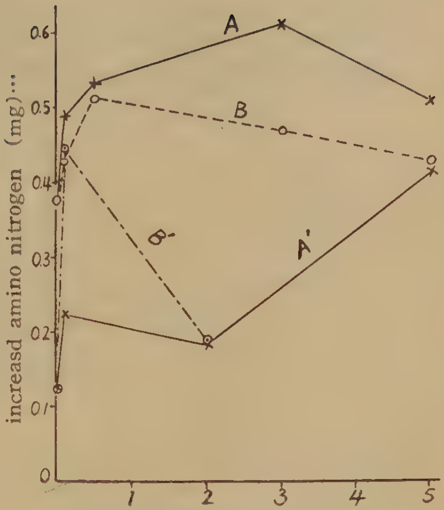
Table 2 The effects of bile acids on the bile protease of the striped marlin (at pH. 4.5)

Kinds of adding bile acids	Increased amino Nitrogen (mg)			
	Volume of added bile acids solutions (ml)			
	0	0.1	2.0	5.0
cholic acid	0.1275	0.1598	0.1619	0.3473
desoxycholic acid	0.1275	0.1363	0.1889	0.2030
crude bile acid of striped marine (No .1)	0.1275	0.2247	0.1833	0.4199
crude bile acid of striped marine (No. 2)	0.1275	0.4436	0.1894	—



amounts of adding bile acid solution (ml)…
A…cholic acid (pH. 7.4)
B…desoxy cholic acid (pH. 7.4)
A′…cholic acid (pH. 4.5)
B′…desoxy cholic acid (pH. 4.5)

Fig. 1 The effects of cholic acid and desoxy cholic acid on the bile protease of the striped marlin.



amount of adding bile acid solution (ml)…
A…crude bile acid No.1(pH. 7.4)
B… No.2(pH. 7.4)
A′… No.1(pH. 4.5)
B′… No.2(pH.4.5)

Fig. 2 The effects of crude bile acids of the striped marlin on their bile protease.

Fig. 1に於いてコール酸，デソオキシコール酸共にアルカリ側，酸性側何れの場合も賦活的に働いて居るが添加量よりその賦活の程度は異っている。しかしこれ等の添加量の範囲内では阻害的な傾向は見られない。

Fig.2に於いてマカヂキから得られた前記粗溶汁酸 No. 1，No. 2に於いては何れも同様に賦活作用は認められるが添加量によっては阻害作用を示して居る。

本実験に於いてはコール酸デソオキシコール酸の添加量はマカヂキ粗胆汁酸に比して非常に僅か（1/10）である為，コール酸デソオキシコール酸に於いても添加量が増加すれば Fig. 2の傾向から推して阻害的な傾向が現れる事が想像される。

又 No. 1は No. 2に比して酸性側，アルカリ側何れの場合でもその阻害作用は早く現れるが阻害作用を示す量的な限界は本実験の範囲内では明言出来ない。

4. 要　約

マカヂキ胆汁蛋白酵素によりカゼインを消化する際に，コール酸，デソオキシコール酸，及びマカヂキ胆汁より分離した粗胆汁酸を添加すると pH 4.5，pH 7.4何れの場合に於いても賦活的に作用する傾向が見られる。しかし其の作用の強弱の程度は胆汁酸の添加量の程度により相当の変動があり，添加量によっては阻害的な傾向も見られる。

マカヂキの幽門垂蛋白酵素が非常に弱力であるのに反し，その胆汁蛋白酵素は極端に強力で且其の作用が胆汁酸によって賦活されることは同魚の生理機能上興味あることと思われる。

終りに臨み御校閲を賜った日笠部長に深謝の意を表する。

文　　献

1. 鈴木秋果，森尾忠夫：南海区水産研究所業績集 第1号 P.52〜69（1953）

2. 松倉三郎：消化器病，25，P˙166〜167：日化総，第1集 第7巻 P. 384（大正14年）
3. 唐沢利千雄，正田政人：Biochm.，7，P.19〜143（1927）
4. 神前武和，酵素学，至文堂，P.378（昭和25年）

マグロ・カジキ類の異常肉の研究 I *

昭和28年夏季ソロモン海域に於ける観察と出現調査

浅川末三・須田 明

Degenerate Meat of Tunas and Marlins — I.

Observations and statistical analyses of the meats collected in the Solomon sea during the Summer, 1953.

Suezo ASAKAWA, Akira SUDA

The degenerate meats, "Azuki", "Sashi", and "Konnyaku" in tuna and marlin body muscle were examined. As obvious from the results shown in table 1～8, the degenerate meat fishes were counted following proportion, 1 : 200 in the all caught fishes, and it was summarized that these meats depended on the only deterioration of freshness of the fish muscle.

マクロ・カジキ類には種々なる異常肉がしばしば観察される。例えば筋肉内に斑点や小孔の散在したもの，潰瘍や肉腫を生じたもの，ある部分が弾性を生じたもの，或いは赤色肉の白色乃至異色の発現したもの等々がある。

保蔵中特殊な発色をなす所謂冷凍メカジキのグリーンミートに関しては天野等[(1)]，土屋等[(2)]によって研究され，その予防法も発見されたが，恐らく生存時より発現しているだろう所の他の異常肉については，その本態が未だ不明であるばかりでなく研究も少ない。

新井・松本[(3)]はキハダの潰瘍状肉より原生動物の一新種を発見し，ゼリー化はこれら原生動物の寄生によって生ずるのではあるまいかと述べ，又土屋・立川[(4)]はメカジキの潰瘍状肉を化学的に調べ，カテプシンかそれに類似の酵素作用が主因で，それに細菌性トリプシンが若干共同的に働いて生ずるものゝようであると推定をしている。これらの研究を綜合すると，潰瘍状肉は，原生動物の寄生により蛋白酵素が働いて発現する如くに解される。

吾々はマグロ・カジキ類に出現する異常肉を対象として，これらの状態観察及び生化学的に研究を進め，それらの本態を明らかになし，その魚体外よりの予知，更に予防法を求め，該魚類の品質向上の一助となす為にこの研究を開始した。

昭和28年6～9月の間ソロモン海域に於ける延縄漁業船団母船天洋丸に筆者の一人（須田）が乗船して異常肉の詳細なる肉眼観察及び出現調査をしたのでその結果を取纒めてこゝに報告する。

I 異常肉の観察記録

東京中央市場に通称される異常肉とは，(1)コンニャク：肉に味がなくぷりぷりしていて感じが「こんにゃく」のようで，その一端を振動すると他端に鋭く伝わり，肉色が白っぽい。5～6月の物に多い。(2)アズキミ又はアズキ：筋肉中に小豆状の赤黒い斑点が多数散在しているもの。(3)サシ又はミズサシ：筋肉組織の一部分が腔孔となっているか，溶けた如くになっているもの。(4)ナガレ：筋肉組織の一部分又は大部分が溶けて流出する様なもの。その他鮮度低下を来たしたものをオチ，肉に光沢がなく肉色が褪化変色したものをヤ

* 南海区水産研究所業績 第61号

ケ又はヤケミと称し，釣獲時既にヤケのものをシオヤケと呼んでいる（昭和26年1月6日東都水産株式会社取締役，山口貢氏より聴取)。又クラゲと言うのもある。

これら業者の通称名は異常現象そのものを区別している点で重要ではあるが，地方或いは個人間に於いて混同されたり，別名で呼ばれる為に調査を行う際に不便が多かった＊。又研究者[3)(4)]の発表にても単にゼリー肉と記載してあり，上記通称名の何に当るものであるかは不明である。

文献に上記通称名の出ているのは，1921〜1923年岸上[(5)]のアズキミ（Azukimi）で，産卵期及び後にクロマグロ肉に出現する暗色の斑点で品質が劣ると説明されており，1947年清水[(6)]の所謂コンニャク・アズキミ・ヤケミ等で，その甚だしいものは食用に堪えないと記している。しかしその異常肉の詳細な記録はしていない。

本調査に際しては岸上のアズキミと思われるものは発見しなかったがキハダのアズキ，サシ，ナガレ，コンニャクと言われるものを観察することが出来たのでそれらを記録する。なお岸上のアズキミはクロマグロ特有のものなのか，以下記載するキハダのアズキと同一であるのか不明である。

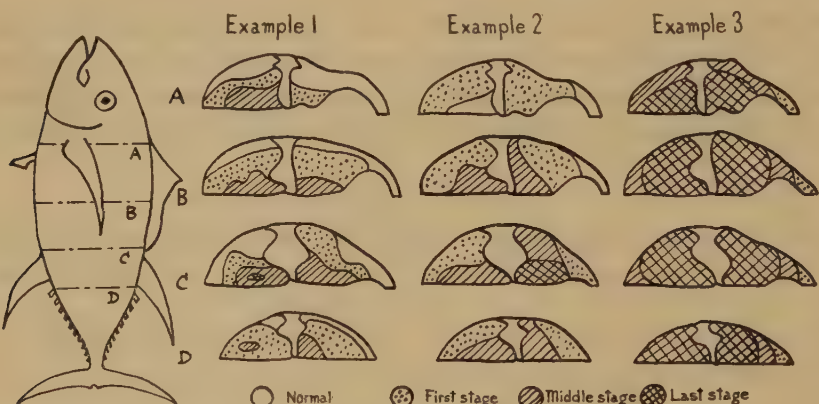


Fig. a. Distributions of "Azuki" in the muscle of tuna body

A） ア ズ キ

キハダのみに認められた。小型の腔孔が異常肉部に無数かつ密に分布している。異常部は殆んど魚肉全般に及ぶが血合肉は侵され難いようである。この異常程度の進んだものは腔孔がやゝ大きくなると同時に，互に連絡し合って，ついには肉組織の原形を保つことが出来ず崩れる。しかしこの程度になっても血合肉は崩れることがない。異状程度を3段階に分けると次の通りである。

初期：極めて微小な腔孔が無数に分布する程度で，腔孔は肉眼では認め難く，光線の工合により，周辺の正常肉より褪せた斑点状に異常部が見える。ゼリー状物は認められない。この時期の血合肉での異常肉はほとんど肉眼では認め難い。

中期：一腔孔は大となり，直径0.5〜2mmとなり，体軸方向にやゝ延長し，互に連絡し合う腔孔もあって，異常肉はかなり崩れ易くなる。腔孔内にゼリー状物が見られ，色は正常肉よりやゝ淡く，別に異臭を感じないが，水っぽい。血合肉では腔孔にゼリー状物を認めない。

後期：一腔孔の直径は3〜5mm，長さは5〜15mmに達す。これが無数に存在して蜂巣状を呈し，互に連絡して非常に肉組織が崩れ易くなり，全体がゼリー化して粘質状を呈す。極度のものは腔孔の原形を止めぬ状態に崩れて魚体の該部分が一様にゼリー化する。この時期の異常肉の色は正常肉よりやゝ淡い程度であるが，時にはやゝ褐色の強いこともある。ゼリー化しても腐敗臭その他の異臭はない。広範囲に崩れたもの

＊ アズキをミッチャ（大阪・神戸），サシをウミ（大阪）ブツ（神戸），ナガレをガニ（清水），コンニャク類似をコブ（大阪）アザ（神戸），神戸でサシとは充血して赤黒くなったものをいっている。

でも血合肉は崩れることがなく，殆んど原形を保っており，腔孔も大型のものは見られない。

アズキの発生部位は，個体によって相違はあるが，血合肉に少なく普通肉に多い。しかしてその進行状態は，血合肉に沿った部分及び脊椎骨周辺部が他より早い様である。

図aは観察した数例の魚体半身の横断面を模式的に示したものである。

B）　サ　シ

メバチに多く見られたが，キハダにも認められた。大型の腔孔が散在し，その数が少い。異常部は殆んど魚体全般に及び，血合肉も侵される。程度が進むと腔孔が大となり，肉組織は崩れる。異状程度を３段階に分けてアズキに対比すると次の通りである。

初期：一異常部は肉が褪色して白味がかった淡紅色（赤色魚の場合）を呈し，その直径は５〜10mm。時にはゼリー化している様に見える場合もある。アズキとは異常部が大きく，数が少ない点で区別が出来る。

中期：一異常部は漸次拡大すると共に，その中央部に腔孔を生ずる。腔孔の直径は３〜５mmで，褪色部は更に拡大しており，内部に淡い色合のゼリー状物を認めることもある。体軸に沿った方向への延長はアズキよりも甚だしく10mm前後に達する。血合肉に於けるものも同様であるが，ゼリー状物の色は赤褐色である。

後期：一腔孔の直径は10mm以上になり，体軸への長さは数センチに及ぶものもある。異常部が近接しているものは互に連絡して複雑な形を呈し，肉組織は非常に崩れ易くなり，身割れの如くになる。時にはアズキの崩れたゼリー状態の内に正常肉の混在が殆んど見られないが，サシでは正常肉の断片が比較的多く見られる点で両者は区分が容易に出来る。血合肉は崩れてくる。この状態のものでは異臭を感じない。

サシの発生部位は血合肉を含めて魚肉全般に及ぶ。その進行状態は特にある部位が早いと言うようには見られなかった。

以上アズキ及びサシ共に初期には褪色斑を呈し，中期に腔孔を生じてゼリー物を有し，後期に肉組織が崩れるが，斑点或いは腔孔が前者は小さく数が多く，後者は大きく数が少い点及び血合肉が前者は侵され難い点にて両者を区別する事が出来る。

ナガレとはアズキ，サシの後期（或いは別の原因にて）肉組織が崩れた状態を指しているが，アズキによるものをアズキナガレ，サシによるものをサシナガレと称し，両者の判別は上述の如く容易である。

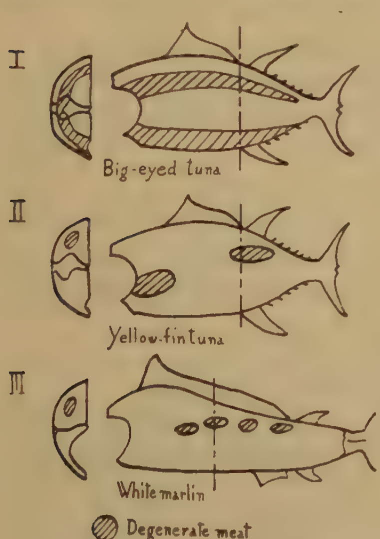


Fig. b.　Distributions of "Konnyaku" in the muscle of fishes

C）　コンニャク

メバチ１例，キハダ２例，シロカワ１例を見た。しかし発見魚種が異なること，異常肉の様子がかなり異なっていること等より，これら４例を同一名で呼んでよいかどうか疑問である。以下各例につき記載する。

1）　メバチの例

このメバチは６月下旬，ソロモン群島東北海区にて漁獲され，６月６日母船に水揚されたもので，この間砕氷詰にされていた。体重12貫の鮮度良好のものであった。図ｂの１に示す如く，魚体正中線で切断すると背部，腹部に異常肉が帯状に頭部より尾部へ連なり，横断すると背・腹２帯は連なっている。即ち魚肉の内層部が異常肉の筒となっている。

異常肉は褪色して殆んど白色を呈し，弾力性に富み，異臭はない。血合肉の一部も異常肉化しており，やゝ赤褐色が褪色していた。

2）　キハダの例

１尾は７月上旬ガダルカナル南方にて漁獲され，７月

7日母船に水揚された6貫の鮮度不良魚，1尾は8月上旬オントンジャバ西方で漁獲され，8月14日母船に水揚された11貫の鮮度不良魚で，水揚されるまで砕氷詰にされていた。これらは図bのⅡに示す如く普通肉部に散発的に異常部が見られた。異常肉色は白変していて，弾力のあることは前と同じであり，大きさは約2×2×3〜4cmである。これらが前後連絡してメバチの例の如くになるのかも知れない。2例とも鮮度不良の為かやゝ異臭がした。

3） シロカワの例

8月上旬オントンジャバ西方で漁獲され，8月14日母船に水揚された10.6貫の鮮度のよい砕氷詰の魚であった。異常部は背部普通肉の浅・内・深部に局部的に分布していた。図bのⅢに示す。肉色は白変してているが，弾力性がなく，固さもないぶよぶよした感じで，異臭はしなかった。これは所謂コンニャクか否か判然としないが，サシでないことはたしかである。血合肉には異常部を認めなかった。

D） その他

以上のほかに，クラゲと言われる異常魚体のメバチ1尾（17貫鮮度良の下）があり，肉色はさえずやゝ白く，粘着性があり，多少の異臭を感じた。これは他よりの臭気が移ったのか判断がつかなかった。恐らくコンニャク型異常肉の部分が腐敗を生じたものであろう。

又ラッキョマグロと言われるクロマグロ1尾(37.5貫鮮度良)があり，肉色は赤味の強い赤黒色を呈し，肉質の一部より指圧にて発泡をした。外観的には体色，体形，眼球状態より鮮度良と判定されたが，裁割すると明らかに異臭を発し腐敗状態であった。これは恐らく後述の如く保蔵手当の不良による変敗魚であろう。

Ⅱ 出現調査並びに考察

6月11日より9月4日（7月中旬は調査を行わなかった）に至る間キャッチャー漁船より母船に水揚され，裁割された魚体中キハダ8,996尾，メバチ5,760尾，シロカワ962尾及びクロカワ4,496尾について異常肉の出現状況を調べた。クロカワには異常肉を発見しなかった。異常肉出現と判定したものは，異常部分が多くて廃棄処分にしたもの（前述の中・後期に相当する状態の魚体）並びに軽度（初期）の為に廃棄せずに製品にしたものゝ肉気のついたものである。従って本調査の出現以上に軽度のものが実際にはあり，為に出現率は更に高くなる筈である。

なお調査対象は母船にて裁割された殆んどに及んでいるが，調査もれも多少はある。裁割された魚体はメバチの全部と，キハダの鮮度1級品中13.2貫以上及び2，3級品全部である。

調査は表1に示す如き調査票によった。備考には調査尾数その他注意事項を書いて来た。

性別による調査はキャッチャーにて殆んど全部の魚が内臓を除去される為に行えなかった。又釣獲時の生死別も不明である。調査票を集計して各魚種につき部位別，魚体重別，漁期別，漁場別，保蔵法別，鮮度別に分け以下の如く考察を試みた。但しこの考察は本調査による結果についてのみであるから，更に調査回数を重ねて普遍的の結論を導きたいと考えている。

なお廃棄処分される程に極度のものが主体になっていること，初期異常肉は調査もれがあること，血合肉のアズキは軽度のものが判別困難であり，又血管孔を見あやまって異常と記載した恐れがあること，等より本調査の数字の信頼性は多少落ちる。しかしこれ程多数の魚体を調査した例を筆者等は今迄見たことがないのであえて発表した次第である。

Table 1. Head of the record sheet used on the Tenyo-maru

（No.　　　）

												調査場所			記入者名	
調査年月日	魚種名	体重	体長	性	異常肉名	部位		多少		鮮度	処理保蔵法	漁船名	漁場	漁期	漁法	備考
						普通肉	血合肉	普通肉	血合肉							

A）　魚体部位との関係

魚体の普通肉部と血合肉部にて異常肉の出現頻度を調べ，表2にまとめた。多・少・無の判定は調査者須田の判断によるが，1尾の或る切断面に現われた異常部が大体5ケ所以上を多とした。それ故に表中の少は，或いは他の切断面によれば多の項に入るものもある。しかし切断が1尾1ケ所と言うことがないから非常な誤をしているとは思われない。

異常肉72尾中コンニャク型異常は4尾で，大多数はゼリー型異常（アズキ，サシ）である。

表2によると，(1)キハダのアズキは普通肉に多く出現し，血合肉には少いか無い場合が多い。即ちアズキに侵される部位は普通肉に多い。(2)サシはキハダにては普通肉に少く出現し，血合肉には無い場合が多い。メバチでは普通肉も血合肉も多く出現する場合が多い。

以上を綜合すると，ゼリー型異常肉は血合肉に見られず，普通肉にのみ見られる場合がある。逆に血合肉に異常があれば必ず普通肉にもある。この事はコンニャク型異常肉についても言える。この様に異常肉の出現が普通肉に多いことは，血合肉が異常肉になり難いと言う性質があるのか，普通肉の方が魚体に占める量が多いことによるのか判らない。

Table 2.　Number of the degenerate meat fish by the locality of muscle and its degree

Locality and degree	"Azuki"	"Sashi"		"Konnyaku"			Sum	Ratio of the fishes (%)
	Yellow-fin tuna	Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	White marlin		
Common meat								
Many	42	1	4	0	1	1	49	68.0
Few	16	3	2	2	0	0	23	32.0
None	0	0	0	0	0	0	0	0
Dark meat								
Many	15	1	3	0	0	0	19	26.4
Few	23	0	1	1	1	0	26	36.1
None	20	3	2	1	0	1	27	37.5
Total	58	4	6	2	1	1	72	100.0

B）　魚体重との関係

異常肉出現尾数を魚体重別（内臓除去）にすると表3の如くになる。但し4貫は4～8貫に分類した。この表によると8～12貫が異常魚体中 51.4％を占め，次が4～8貫の 23.6％であるが，これより直ちに8～12貫の魚に異常肉が多いとは断定出来ない。魚種による体重差や，その漁場の体重組成等を考えねばならない。

魚種はキハダが 8,996 尾中 64 尾，メバチが 5,760 尾中7尾，シロカワが 962 尾中 1尾の異常出現状態であるが，ゼリー型異常肉が殆んどであるので，これについて検討する。

キハダの漁獲魚（調査尾数ではない）の体重組成は表4のAの如くであった（本調査期間中の総漁獲魚の体重別概尾数を左欄に記入した)。即ちAに見る如くキハダは4～12 貫が大部分を占め，それ以外は甚だ少い。メバチも8～12貫をモードに持つが比較的大型魚が取れている。キハダ，メバチのゼリー型異常魚の体重組成割合はBになる（表3より算出)。B/Aを見るとキハダは8～12貫，次に12～16貫が大きく，16貫以上は0である。これは一応キハダのゼリー型異常肉の魚体重別による出現比とみなせる。

今キハダのAとBを比較検定をすると，

A・Bの分散比　　$F=1.73<4$

即ちA・B標本の母分散に差がない。

共通の不偏分散　　$W^2=7.75$

故に　$F_0=21.33>F\ (n_1=1,\ n_2=8)\alpha=0.05$

即ちA・B標本間に有意差が認められるから，キハダのゼリー型異常肉は8～12貫（1.37%）に出現が多い

と言えそうである。

然しメバチは1，2尾の出現であるから，B/A より直ちに多い少いは言えない。アズキはメバチに見られず，キハダの8〜12貫に多く，サシはメバチでは中型魚に比較的多く，キハダでは4貫以下の小型魚にも多いことは注目すべき点である。

サシがキハダは中型魚以下のみ，メバチは大型魚に見られることは，異常原因に対しキハダはメバチに比し抵抗力が弱い魚（即ち死亡が多い）と言えそうである。このことは釣揚時に於ける死魚は，メバチよりキハダが多い事実と何か関係があるものと考える。

Table 3. Number of the degenerate meat fish by body weight

Body weight (KAN)	"Azuki" Yellow-fin tuna	"Sashi" Yellow-fin tuna	"Sashi" Big-eyed tuna	"Konnyaku" Yellow-fin tuna	"Konnyaku" Big-eyed tuna	"Konnyaku" White marlin	Sum	Ratio of the fishes (%)
<4	2	2	0	0	0	0	4	5.5
4〜8	14	1	1	1	0	0	17	23.6
8〜12	32	1	2	1	0	1	37	51.4
12〜16	10	0	0	0	1	0	11	15.3
16〜20	0	0	2	0	0	0	2	2.8
20<	0	0	1	0	0	0	1	1.4
Total	58	4	6	2	1	1	72	100.0

Table 4. Relationship between the all caught fishes and the degenerate meat fishes by body weight

Body weight (KAN)	Approximate number of the all caught fishes: Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	(A) Weight composition of the all caught fishes (%): Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	(B) Weight composition of the degenerate meat fishes (%): Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	Ratio of the fishes (B)/(A): Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna
< 4	1500	300	7.3	6.0	6.5	0	0.89	0
4〜8	8000	1500	38.8	31.3	24.2	16.7	0.62	0.53
8〜12	8000	2000	38.8	41.0	53.2	33.3	1.37	0.81
12〜16	2600	800	12.6	16.5	16.1	0	1.28	0
16〜20	500	200	2.4	4.3	0	33.3	0	7.74
20<	15	45	0.1	0.9	0	16.7	0	18.56

C） 漁期との関係

異常肉の出現について，業者間では夏季の魚に多く，特にコンニャクは産卵後（業者は6・7月と言う）にのみ出ると言われている。本調査は6月上旬より8月下旬に至る夏漁期で，コンニャクと推定されるものが4例あったが，いずれも内臓除去の試料の為に産卵との関係は判らなかった。メバチ1例は12貫，キハダ1例は6貫，1例は11貫，シロカワ1例は10.6貫にして，前3者は成体と見られるものであり，表5に見る如く6月下旬より8月上旬に獲れている。

表5は異常肉出現尾数を各旬別に区分し，キハダ，メバチの調査尾数及びこれに対する千分比をゼリー型異常肉のみにつき算出し示した。7月中旬は調査を行っていない。

この表による旬別ゼリー型の出現千分比中の計の間に差が認められるかどうかを検討すると，

$\chi^2=17{,}689,\ n=7,\ F_0=2.527$

故に約 $\alpha=0.02$ にて有意の差が認められる。即ち各旬千分比5前後の出現であるが，6月中旬に少く，8月中旬に多く出ている。しかしこれは8月中旬に於ける調査尾数73の千分比13.7と言う極端な例が含まれているものであり，今調査尾数を1,000尾以上にする為に6月上中旬，6月下7月上旬，7月下8月上旬，8月中下旬に組むと計の千分比は夫々 5.0，4.1，4.6，4.6 となる。この組の間では，$\chi^2=0.08907,\ n=3,\ F_0=0.02969$ となり，まったく有意差は認められない。即ち前記にて差が認められたのは機械的に旬に区分した

Table 5. Number of the degenerate meat fish by season

Season		"Azuki"	"Sashi"		"Konnyku"			Sum	Number of the all examined fishes		Ratio of the jellied meat fishes (%)		
		Yellow-fin tuna	Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	White marlin		Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	Yellow-fin tuna	Big-eyed tuna	Both fishes
June	First decade	9	3	2	0	0	0	14	1431	768	8.4	2.6	6.4
	Middle decade	1	0	0	0	0	0	1	612	161	1.6	0	1.3
	Last decade	6	0	0	0	1	0	7	949	481	6.3	0	4.2
July	First decade	1	0	0	1	0	0	2	191	92	5.2	0	3.5
	Middle decade	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Last decade	11	0	1	0	0	0	12	1676	1023	6.6	0.98	4.4
Aug.	First decade	14	1	0	1	0	1	17	1898	1288	7.9	0	4.7
	Middle decade	1	0	0	0	0	0	1	44	29	22.7	0	13.7
	Last decade	15	0	3	0	0	0	18	2195	1918	6.8	1.6	4.4
Total		58	4	6	2	1	1	72	8996	5760	6.9	1.04	4.6

為で，調査尾数を多く取ると差が認められないことになる。従って本調査にては6月上旬より8月下旬に至る間特に異常肉がある時期に多く出現するとは言われれない。即ちこの漁期中常に200尾に1尾の割合でゼリー型異常肉が出現した。

D） 漁場との関係

調査漁場はソロモン群島附近の所謂南太平洋で，該海域の海流は赤道南流が大体 4°S 以北を西流しており，それより南下する分流の内ニューアイルランドとブーゲンビル島間を抜けてサンゴ海に入る大きいのがある。それ故に 4°S 以北海区（赤道海区と仮称する）とサンゴ海区及びソロモン群島以北で 4°S 以南に挟まれた海区（東北海区と仮称する）の3海区（図C参照）に大別して異常肉の出現を調べた。

各海区よりの異常肉出現尾数と調査尾数及びゼリー型の出現千分比を表6に示す。これを見るとキハダは赤道海区に，メバチは東北海区に出現が多いように見られるので，ゼリー型出現千分比につき，キハダの数字間の有意性を検討した。

$\chi^2=0.579$, $n=3-1$,

$F_0=0.289<F(\alpha=0.5)$

即ちキハダの各海区に於ける出現率には有意差が認められない。

同様にメバチについて検討すると

$\chi^2=0.3503$, $n=3-1$,

$F_0=0.175<F(\alpha=0.5)$

又キハダとメバチの計については

$\chi^2=0.337$, $n=3-1$,

$F_0=0.168<F(\alpha=0.5)$

即ちいずれも有意差が殆んど認められない。

この漁場をこの様に3海区に分けると推計学的には，異常肉の出現率に差が認められない。（但し出現尾数については $0.1>\alpha>0.05$ にて有意差が認められるが，こゝでは出現

率についてのみ考えた。）この３海区の海況は相当に異なっているので，もし異常肉が環境により影響があるならば出現率に差がありそうに思える。結果は差がないのだから異常肉出現は環境には影響されないで，魚自体に誘因があると考える。それよりこの３海区の魚は同一スクールに属するとも言い切れない。事実当所利用部の日笠・鈴木[8]が３海区の魚肉を生化学的に比較研究中であるが，脂肪組成にて差を見出している。これより筆者は異常肉出現は魚の栄養状態によって左右されるのではないかと想像している。

業者間にて新漁場の魚には異常肉が多いと言われているが，これについては今の所本調査にては何も言えない。

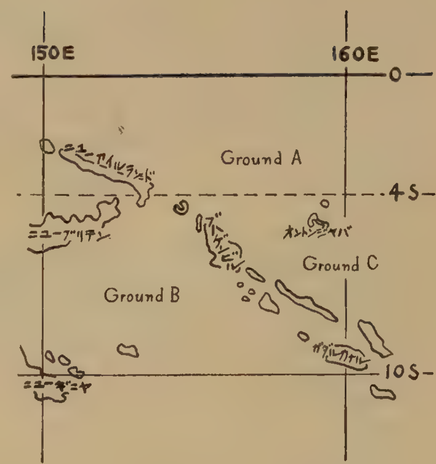


Fig. c Chart of fishing ground

Table 6. Number of the degenerate meat fish by the fishing ground

Locality (see Fig. C)	"Azuki" Yellow-fin tuna	"Sashi" Yellow-fin tuna	"Sashi" Big-eyed tuua	"Konnyku" Yellow-fin tuna	"Konnyku" Big-eyed tuna	"Konnyku" White marlin	Sum
Ground A	11	3	1	0	0	0	15
Ground B	24	1	1	1	0	0	27
Ground C	23	0	4	1	1	1	30
Total	58	4	6	2	1	1	72

Locality (see Fig. C)	Number of the all examined fishes: Yellow-fin tuna	Number of the all examined fishes: Big-eyed tuna	Ratio of the jellied meat fishes (‰): Yellow-fin tuna	Ratio of the jellied meat fishes (‰): Big-eyed tuna	Ratio of the jellied meat fishes (‰): Both fishes
Ground A	1580	1029	8.87	0.97	5.8
Ground B	3590	1808	6.96	0.55	4.8
Ground C	3826	2923	6.02	1.37	4.0
Total	8996	5760	6.9	1.04	4.6

E） 保蔵法及び鮮度との関係

延縄漁船は一般に砕氷詰にして漁獲魚の保蔵を行うが，冷凍機を装備併用するものが多い。キャッチャーにより母船に水揚するまでの間（１週間前後）砕氷詰のみの氷蔵法と併用冷蔵法とで，異常肉の出現に差異を生ずるか否かを調べた。本調査にいて冷凍機を有せぬ漁船の水揚回数は延29回，有する漁船は延50回であり，両法別の異常肉出現尾数及び調査尾数は表７の通りである。

表７でゼリー型異常肉のみについての出現千分比を見ると，キハダもメバチも共に併用法の方が多く出ている。冷凍機を装備している漁船の実態を見ると，冷凍機の運転は保有する砕氷の融解防止にのみ注意して，目的とする魚体の冷却を失念する傾向のある船が多い。例えば魚倉内の温度計は０°Ｃに保っているが，魚体冷却度を測定しない為に大型魚（今回の実例では37.5貫のクロマグロがフレオン冷凍機併用法にて魚体内部より腐敗した）に対しては不充分の事もあり，又甚だしい場合には不適時に過冷した為に魚体は凍結し

た氷のトンネルの内に置かれた状態となり，氷壁の為に反って冷却が不充分のこととさえみられた。冷凍機併用は常に優れた結果を示すとは言えない。それ故に出現千分比が併用の方に高く出る事も考えられない事はない。しかし前記の如く水揚回数及び調査尾数が併用の方に多いので，キハダとメバチのゼリー型異常肉出現尾数を砕氷詰と併用に分けて検定すると，

$t=0.4478$, $G(t)=0.1736$, $\alpha=1-2G(t)=0.6528$

即ち両法間には有意差が認められない　同様の検討をキハタのゼリー型及びメバチのサシについて行った結果いずれも有意差が認められない。即ちこの両法によって魚種とその異常肉の出現に差を認められないので前記の差は偶然的のものか，体重組成によるものであろう。

事実同一漁船で前回水揚には異常肉が比較的多かったが次回には1尾も出ない例があったことより見ても，砕氷詰のみと冷凍機併用とで異常肉出現に影響ありとは言えない。

保蔵法に関連して魚体鮮度と異常肉出現との関係を見ると表8の如くである。但し鮮度区分は母船上に於ける魚体の官能判定によるものである。

表8によれば総出現尾数72尾の内不良34尾で，鮮度が良くなるに従って出現数が減少している。之より見ると異常肉は鮮度の低下に従って多く出現する様である。しかし良好魚体にも10例認められるので，出現割合（全調査魚体の鮮度頻度数を調べなかったので全調査尾数に対する率は不明である）が鮮度不良魚に多いからと言って異常肉は鮮度が低下する程多くなると直ちに結論は下せない。只次報に述べる如く異常肉は魚の生時よりその起因が内在し，保蔵法が不適当にして魚体温が高いと異常肉部が速やかに成長すと考えられるので，漁獲魚を保蔵する際魚体温度が仲々に降下しない場合，鮮度の低下と共に異常肉出現率が大となることは充分に考えられる。すると腐敗魚での3例は少い様であるが．母船水揚魚で腐敗と言う場合は少く，従って出現尾数も少いものと思われるなお今回の母船に於ける裁割規準が前記の通りであったので，キハタの

Table 7. Number of the degenerate meat fish by storage process at a fishing boat

Process	"Azuki" Yellow-fin tuna	"Sashi" Yellow-fin tuna	"Sashi" Big-eyed tuna	"Konnyaku" Yellow-fin tuna	"Konnyaku" Big-eyed tuna	"Konnyaku" White marlin	Sum
Icing only	18	0	1	2	0	1	22
Icing with freezer	40	4	5	0	1	0	50
Total	58	4	6	2	1	1	72

Process	Number of the all examined fishes: Yellow-fin tuna	Number of the all examined fishes: Big-eyed tuna	Ratio of the jellied meat fishes (‰): Yellow-fin tuna	Ratio of the jellied meat fishes (‰): Big-eyed tuna	Ratio of the jellied meat fishes (‰): Both fishes
Icing only	3002	2450	6.0	0.41	3.8
Icing with freezer	5994	3310	7.3	1.5	5.3
Total	8996	5760	6.9	1.04	4.6

Table 8. Number of the degenerate meat fish by freshness

Freshness	"Azuki" Yellow-fin tuna	"Sashi" Yellow-fin tuna	"Sashi" Big-eyed tuna	"Konnyaku" Yellow-fin tuna	"Konnyaku" Big-eyed tuna	"Konnyaku" White marlin	Sum	Ratio of the fishes (%)
Good	7	0	2	0	1	0	10	13.9
Common	21	3	0	0	0	1	25	34.7
Bad	28	1	4	1	0	0	34	47.2
Spoilage	2	0	0	1	0	0	3	4.2
Total	58	4	6	2	1	1	72	100.0

鮮度良好にして13.2貫以下は非裁割の為にキハダの鮮度良好魚での出現数7尾は内輪の数字である。

要するに異常肉の出現は保蔵方法の如何よりも，保蔵管理即ち鮮度と重大な関係がある。なお異常肉と腐敗肉とは次報の如く別個のものであると推察する。

Ⅲ 摘　　要

昭和28年夏季ソロモン海域にて延縄漁獲されたキハダ8,996尾，メバチ5,760尾，シロカワ962尾，クロカワ4,496尾について異常肉を調べ，アズキ・サシ・コンニャクの詳細なる観察記録をなした。更に各異常肉の各魚種につき，出現調査をなして次の事を知った。

1） 部位別には血合肉に異常肉があれば必ず普通肉にも見られる。

2） 体重別には8～12貫に最も多く，サシがキハダは中型以下に，メバチは大型魚にも見られることよりキハダはメバチに比し抵抗力が弱い。

3） 漁期別には6月より8月の間出現率に差が見られないで常に200尾に約1尾の割で出現する。

4） 漁場別は4°S以北海区とサンゴ海区とソロモン群島東北海区で差が認められない。

5） 保蔵法別は砕氷詰と冷凍機併用にて有意差が認められない。

6） 鮮度別には鮮度の低下に従って出現率が大となる事より，保蔵管理と重大な関係がある。

終りに本調査を行うに非常な協力を得た母船天洋丸乗組員諸氏に深く謝意を表する。

（本報告は昭和29年2月12日，高知市に於ける日本水産学会，中国四国支部例会にて講演をした。南水研業績第61号）

文　　献

(1) 天野慶之・富谷章子：日水会誌，**15**，469～474（1950），**19**，671～687（1953）

(2) 土屋靖彦・秦満夫・立川慶男・岡田栄三：農学大会水産部会講演（1953），要旨P51～52

(3) Y. Arai & K. Matsumoto：日水会誌，**18**，293～298（1953）

(4) 土屋靖彦・立川慶男：日水学会東北支部報，**4**，1～5（1953）

(5) Kamakichi Kishinoue：*J. of college of Agri.*, *Imperial Univ. of Tokyo.* **Ⅷ**，439（1921～1923）

(6) 清水亘：日水会誌，**13**，27（1947）

(7) 増山元三郎："少数例の纒め方と実験計画の立て方"5版，河出書房（昭和25年）

(8) 日笠七郎・鈴木秋果：未印刷

マグロ・カジキ類の異常肉の研究　Ⅱ*

ゼリー肉の成分及び酵素作用と成長

浅　川　末　三

Degenerate Meat of Tunas and Marlins　− Ⅱ

Components and development of the jellied meats

Suezo ASAKAWA

Judging from the result shown in table 3, the jellied meats were not putrid yet putrefactive, and they indicated stronger the cathepsin-like enzyme action than the normal meat in same fish body. And then on the basis of the enzyme activity of the jellied meats it seemed reasonable to assume that they grew capacity in the muscle of a fish body even in iced storage.

夏季ソロモン海域でのマグロ・カジキ類に見られた異常肉は，約200尾に1尾の割にて出現し，漁獲魚の保蔵法によるよりも鮮度と関係がある事等をⅠ報で報告した。異常肉が生存時より存在しているか否かは未だ不明であるが，この起因が生存時よりあることは既に報告[(1)]した所である。なおⅠ報での調査はキャッチャーボートにていずれも約1週間保蔵された魚体が，母船に水揚された際のものであり，その調査結果がそのまま生存時或いは釣揚時と一致するかどうか疑問である。特に最も多く出現するゼリー型異常肉は保蔵中に成長するものか否か——業者は成長すると信じている——もし成長するならばその速度，更に防止法を知る為に異常肉の一般成分と窒素の形態及び酵素能を調べたので報告する。

Ⅰ　材　　料

1）　経歴と状態

供試魚肉は，Ⅰ報にて調査したものの内で，皮付き切身をポリエチレン袋に入れ，母船より実験室に運ぶ間常に凍結状態に保たれたものであり，その経歴を第1表に，供試時の状態を第2表に示す。

Table 1.　Antecedents of the samples

Sample No.	Name of fish	Body length or weight	Date of catch	Fishing ground	Catcher-boat	Storage on the boat	Date of landing	Date of analyses
No. 2	Big-eyed tuna	131 cm	’53.6 (first decade)	Solomon islands, NE	2−Kōse maru	Icing	’53.6.18	’53.12.21
3	Yellow-fin tuna	150 〃	Ditto	Coral sea	12−Hōkō maru	Icing with freezer	’53.6.16	Ditto
11	Ditto	122 〃	Ditto	Ditto	Ditto	Ditto	Ditto	Ditto
7	White marlin	10.6 KAN	’53.8 (first decade)	Ontonjaba W	3−Nankai maru	Icing	’53.8.14	Ditto

*　南海区水産研究所業績　第62号

Table 2. Observation of the sample at analyses time

Sample No.	Name of degenerate meat	Freshness	Distribution of the meat	Sampling part of the body	Condition for degeneration
No. 2	"Sashi"	Very good	Common, dark both muscles have many	Middle in dorsal muscle	d. 0.8cm, 1. 4cm, many diffuse
3	"Azuki"	Good		Root of the 2nd dorsal fin	Hornet's nest like
11	Ditto	Good		Ditto	Flowing
7	"Konnyaku"	Common	Dark muscle has not	Middle in dorsal muscle	Jellied meats among muscle

2） 実験開始時の解凍試料の所見

No. 2：—— 凍結品にては正常部と異常部の区別が不明であるが，解凍すると明らかになり，特にサシ部の筋膜は消失してゼリー状である。正常肉は桃褐色で弾力があった。

No. 3：—— 脂肪が多く，ポリエチレンの袋に黄褐色に附着していた。殆んど一様に肉質が崩れ正常部と異常部の区別が困難で，正常部の多い所はやゝ桃褐色を，異常部の多い所は灰褐色を呈していた。

No. 11：—— 血合肉は原形を保っているが，普通肉はドロドロに溶け，袋より流れ出た。この中に小さなかたまりとして正常部が混合している。血合肉が溶けた為か褐色を呈しているが特に異臭は感じられない。正常肉の採取は不能であった。

No. 7：—— 正常肉は淡桃色をしてプリプリしている。異常部は黄桃色を呈し，水っぽい感じであり一見サシの如くである。供試に擂潰の要がない程軟化していた。

3） 顕微鏡所見

異常部を各所より採取し，染色する事なしに200倍にて検鏡した。

No. 2：—— 短かく切れた筋繊維が散在しているが，寄生虫らしきものはついに発見出来なかった。

No. 3：—— 筋繊維の散在は同上で，たまに原虫のスポアーを発見した。

No.11：—— 筋繊維が溶解した如き状態で散在し，所々にスポアーを見る事が出来，特に集合している場合もあった。

No. 7：—— 長い筋繊維が散在しているが，寄生虫らしきものはついに発見出来なかった。

No. 3，No. 11にて発見したスポアーはポーラーキャプスル6ケのもので，新井・松本[(2)]がキハダより発見し，新種として発表したものと同一と思われるが，セルバルブ及びスツラルラインが良く見えなかった。アズキの異常程度によってこのスポアーの発見に難易があった事，及びサシ異常部よりはこのスポアーを発見出来なかった事は注目すべき点である。須田（Ｉ報共著者）が母船上にて検鏡した際，戸沢[(3)]が東京市場にて調査した際もサシよりはスポアーが発見出来なかったのでサシ，アズキは異種と考えられる。

Ⅱ 実　　験

1） 一般成分並びに窒素形態

上記試料を以て常法により，夫々の成分を定量した。但し No. 3は正・異を判然と区分する事が出来ないので正常肉とは異常部の比較的少い肉，異常肉はそれの多い肉のことである。No. 11 の正常肉は取れなかった。なお粗脂肪定量は試料の量が少い為に，水分を乾燥法にて定量した残渣をエーテル抽出したもので，従って非酸化物のエーテル抽出量とでも言うべきものであり，又灰分はこの残渣を焼いたものである。トリクロール酢酸にて処理した水溶性非蛋白態濾液区につき，揮発性塩基窒素は蓚酸カリ・炭酸カリ減圧法にて，バンスライク法によるアミノ態窒素と同時に定量した。pH は2倍量水混液を試験紙にて測定した。実験の結果を第3表に示す。

Table 3. General analysis and nitrogen distribution

Components	No.2 Big-eyed tuna		No.3 Yellow-fin tuna		No.11 Yellow-fin tuna	No.7 White marlin	
	Normal	Degenerate	Normal	Degenerate	Degenerate	Normal	Degenerate
Moisture (%)	74.70	75.31	57.81	60.16	72.92	75.85	76.32
Crude fat (%)	0.18	0.65	18.49	16.37	0.21	0.20	0.10
Crude protein (%)	24.75	22.75	23.69	20.81	25.56	23.50	21.88
Total−N (%)	3.96	3.64	3.79	3.33	4.09	3.76	3.50
Soluble−N (%)	1.16	1.24	1.26	1.31	2.27	1.04	1.14
Insoluble−N (%)	2.80	2.40	2.53	2.02	1.82	2.72	2.36
Soluble protein −N (%)	0.39	0.32	0.29	0.26	0.32	0.39	0.36
Insoluble protein −N (%)	0.77	0.92	0.97	1.05	1.95	0.65	0.78
Amino−N (%)	0.135	0.215	0.242	0.277	0.523	0.095	0.209
Volatile basic−N (mg%)	13.49	17.37	20.03	21.69	31.46	21.49	28.31
Ash (%)	1.28	1.21	1.14	1.29	1.28	1.24	1.28
pH	5.9	6.0	5.4	5.4	5.4	5.9	5.9

2） 酵素活性化試験

No.３の材料につき，正常肉と異常肉を試料にして組織蛋白酵素の活性化を調べた。

酵素液：—— 各試料肉に85%グリセリン２倍量を加えガラス棒にて随時攪拌しつゝ定温にて20時間抽出した濾液を以て粗酵素原液とする。この原液の一部に等量水を加え，キップ装置により発生せしめた硫化水素を30分間通じたものを活性酵素液となし，水を等量加えたのみのものを非活性酵素液とした。

基質：—— ８%ゼラチン液を２N酢酸を以て pH 4.0 に調整したもの。

操作：—— 基質 12 cc に酵素液８ccとクロロフォルム 0.5 cc を加え混合後トルオールにて覆い30°C水槽中に20時間作用せしめ，後 10%硫酸第二鉄 1 cc 及び ⅔ N-NaOH ２cc を加えて沸騰水中に３分間加熱して酵素作用を停止し，乾燥濾紙にて濾過し，濾液の一定量につきバンスライクによるアミノ態窒素を測定し，活性，非活性による差を見た。なお活性，非活性酵素液共作用前沸騰水中 10分間加熱（4,5 分に完全に破壊される）した対照試験を行った。得た結果は第4表の通りである。

Table 4. Test of enzyme activity (Substrate 8% gelatin solution PH4.0, 30°C, 20hrs.)

Amino−N (mg)	Enzyme from No.3 normal meat		Enzyme from No.3 degenerate meat	
	Activated with H_2S	Control	Activated with H_2S	Control
Final	3.973	3.325	4.852	4.074
Increased	0.772	0.124	0.778	0

3） カテプシン作用試験

No. ２，No. 11 及び No. ７ の材料につき，前試験と同一操作により正常肉・異常肉の硫化水素によって活性化された酵素作用を調べた。その結果を第５表に示す。

Table 5. Cathepsin-like enzyme reaction
(Substrate 8% gelatin solution PH 4.0, 30°C, 20 hrs.)

Amino -N (mg)	Enzyme from No. 2 sample		Enzyme from No.11 sample	Enzyme from No.7 sample	
	From normal meat	From degenerate meat	From degenerate meat	From normal meat	From degenerate meat
Final	2.565	3.989	9.194	2.360	3.176
Increased	0.080	0.220	2.409	0	0

4） 還元性物質の定量

肉中の還元性物質，特にＳＨ基及び硫化水素量を調べた。ＳＨ基定量は森・桑[1]の方法により，硫化水素（揮発性硫化物）は谷川法[5]——但し供試料は 50g——によった。

試料量が少いので各肉について行うことが出来ず，結果を示した第6表の如く，No.３及び No.７では異常部を含む正常肉についてのみ，No.２では硫化水素の定量を行わなかった。

Table 6. Reductive matters in the sample meat

Matter (mg%)	No.2 norml meat	No.2 degenerate meat	No.3 nomal meat with degenerate	No.11 degee-nrate meat	No.7 normal meat with degenerate
SH group	12.14	17.20	10.12	18.21	16.19
H_2S			0.078	0.030	0.554

5） 最適pH値

No.２ サシ，No. 11 アズキを試料として粗酵素液を作り，土屋・立川[6]の実験条件（基質と緩衝剤とは神前の著書[7]に従った）によって夫々の最適pH値を調べた。

酵素液：—— 実験２）と同様にして活性酵素液を作った。

基質：—— 他のキハダ正常肉を アルコール及び エーテルにて 脱水脂 した乾燥品 ——当部第二科謹製品——を乳鉢にて粉砕し 100メッシュにて篩過したキハダ蛋白粉（水分 11.4%）を稀苛性ソーダ液にて加熱溶解し，冷後塩酸にてpH5.5に調整し，蛋白含量約５%の遠心分離上澄液を用いた。

緩衝液：—— Mc Ilvaine 氏クエン酸・燐酸ソーダ液を使用した。

操作：—— 径 1.5 cm の試験管に基質５cc と緩衝液５cc，酵素液 2.5 cc 及びクロロフォルム 0.5 cc を加えて混合し，トルオールにて覆い，ゴム栓をして 30°C 20時間水槽中にて作用せしめ，大谷[8]に従って５%タンニン酸液10ccを加え沸騰水中で３分間加熱，冷後乾燥濾紙による濾液一定量につきバンスライクにてアミノ態窒素を測定した。結果を第７，８表に示す。但し作用液のpHは試験紙によるものである。

Table 7. Test of the pH optimum of the enzyme obtained from "Sashi"
(Substrate normal meat powder of tuna, 30°C, 20hrs.)

Buffer soultion pH	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4
Mixed solution pH	5.0	5.2	5.5	5.8	6.0	6.1	6.2	6.4
Amino−N (mg)	3.27	3.27	3.29	3.30	3.39	3.64	3.55	3.40

Table 8. Test of the pH optimum of the enzyme obtained from "Azuki"
(Substrate normal meat powder of tuna, 30°C, 20 hrs.)

Buffer solution pH	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0
Mixed solution pH	4.7	4.9	5.0	5.2	5.4	5.7	5.9	6.0
Amino−N (mg)	2.16	2.16	2.16	2.17	2.15	2.06	2.02	1.99

6） 各温度に於ける消化速度試験

作用温度：—— 30°C，15°C，０°Cの３通りである。

酵素液：—— 実験５）のNo. 11 試料と同じ。

基質：——実験５）と同じ。但しキハダ蛋白粉を稀アルカリにて加熱溶解し，黄褐色不透明液（約５%蛋白液）で遠心分離せぬものを用いた。

緩衝液：—— 実験５）と同じ，但しpH5.27（ガラス電極測定）を使用した。

操作：—— 径約 1.5cm の試験管に基質 10 cc を分注し，３Ｎ塩酸 1.30cc を加え（pH 6.7 灰白色不透明で析出蛋白混在する），緩衝液 10ccを添加，更に活性酵素液２ccとクロロフォルム 0.15cc，トルオール１cc

を加えて上下転倒し，充分に混合してゴム栓を施し（作用後のpH 5.44 ガラス電極測定），各温度に放置後時間毎に試験管1本ずつを取り出して5％タンニン酸20ccを入れた三角瓶中に作用液を移し，沸騰水中にて約1分間加温して作用を停止せしめ残余の蛋白がタンニンと共に黒褐色に凝固し，淡黄透明液を得て一夜放置後，乾燥濾紙による濾液の一定量を以てバランスライクによりアミノ態窒素を測定した。

30°C区はローリー式水槽を用い，15°C区は室温及び水槽を使用し，0°C区は砕氷間に紙に包んだ試験管を立てた為に1〜3°Cの変動があった。反応速度恒数を算する為に基質量及び酵素量を同様に加えたものを20％塩酸にて加水分解をなし（分解時間40時間，ビウレット反応なし），一定量に満たした後，液中のアミノ態窒素をバンスライクにて測定をして次表の時間∞の数値を得た。各温度区に於ける実験結果を第9表に示す。但し数値は濾液4ccにて得たアミノ態窒素量を作用全液量に換算したものである。

Table 9. Amounts of the digested amino nitrogen at the various temps.

At 30°C	Reaction time (hrs.)	0	10	20	30	50	70	100	∞
	Amino－N (mg)	5.85	6.50	7.04	7.58	7.58	7.69	7.36	74.44
At 15°C	Reaction time (days)	0	1	2	3	5	7	10	∞
	Amino－N (mg)	5.85	6.71	7.04	7.36	7.25	7.47	7.47	74.44
At 0°C	Reaction time (days)	0	2	4	6	10	14	20	∞
	Amino－N (mg)	5.85	6,28	66.0	6.93	6.93	6.71	7.04	74.44

I 考　　　察

異常肉が水揚後に成長するか否かを調べる適確な方法を思いつかないので一応前記の如き実験を行った。使用材料が漁獲後半年も経ているものであるから新鮮時とは状態が異なっているだろう事は争えない。従って以下の考察は，材料魚肉が凍結状態にあるならば蛋白成分及び酵素能に大なる変化がないと言う仮定を置いて試みた。

実験1）は土屋・立川[6]がメカジキのセリー肉について行った分析事項を追試したもので，同氏等は対照肉を異魚体に取っているが，本追試では同一魚体の非常に接近した正常部異常部とを比較した。分析結果は同氏等と殆んど同様で，異常肉が正常肉に比して，i）水分の多いこと，ii）粗蛋白が少いこと，iii）水溶性窒素が多く，その内蛋白態窒素が少いこと，iv）アミノ態窒素が多いこと，及び v）揮発性塩基窒素が多いこと等より，異常肉は消化を受けていること，及び異常程度の進んだものほど消化程度が大である事が明らかである。この消化は酵素作用か細菌作用，或いは両作用によるかであるが，v）より一応細菌作用も考えられる。曽て筆者[1]はサシ型異常肉は細菌によって発生するのではないかとさえ想像した。然し第3表の如く正常肉（No.3は異常部が混在する）も比較的多く，かつ延縄漁獲魚の該窒素量はしばしば高い値を示すこと[9]より該窒素が多いことから直ちに腐敗現象とは言えないし，同氏等も述べる如くpHも正・異間に大差がない。更に最も該窒素の多いNo.11試料につき筆者提案[10]の揮発酸溜出比による鮮度判定の結果溜出比120を得て鮮度的には普通であった。又異常部より所謂腐敗臭を少しも感じない等の事より多少の影響はあるにせよこれら異常肉は細菌作用のみによる腐敗肉ではないと筆者も考える。

一般魚肉には自己消化酵素が存在しているが，その組織にある蛋白酵素作用力が正常・異常によって如何なる差があるかを見る事によって「酵素作用による消化」の推定が出来る。ゼリー肉のカテプシン作用が正常肉より強い事を同氏等が見ているので，その追試もかねて実験2）を行った。結果は第4表の如く，正常肉・異常肉共に硫化水素にて活性化した方が増加アミノ態窒素が多い。即ち異常肉が多い程カテプシン様酵素作用力が強い事が判る。又異常肉の非活性区は対照に対し殆んど増加していないが，正常肉の非活性区ではアミノ態窒素が増加している。このことは i）異常肉にはカテプシン様以外の蛋白酵素が少い（或いは無い）が，正常肉には多い（或いは有る）。ii）異常肉にはカテプシン賦活物質が少い（或いは無い）が，正常肉には多い（或いは有る）。iii）異常肉のは合成能が強い。と分けて考えると，ii）については実験4）にて見る如く賦活物質が特に異常肉に少いとは思えない。iii）については生体内に於ては正常肉の方が合

成能が強い。[11]と考えられるが，本実験は血清を添加せず又 *in vitro* であるから或いは之が原因かも判らない。又 i）の為によるかと言えばこれだけの実験では判明しない。とに角この結果は注目すべきものである。次に正常肉・異常肉の活性区を見ると両者ともその増加アミノ態窒素が殆んど同じである。（作用後のアミノ態窒素測定数が異常肉の方に多いが，これはグリセリン抽出結果が全く同様とは言えないので比較は出来ない。）このことは異常部の多少によって その酵素力に差のない事を示しているのではあるまいか。この疑問を解く為に次の実験３）を行った。この試料は正常肉と異常肉（No.11の正はない）と明らかに区分して実験が出来た。即ち第５表によると第４表と同じく異常肉の方が正常肉よりもカテプシン様酵素力が大で，しかもアズキの極度に進行した No. 11 はその増加アミノ態窒素が特に多い。ゼリー化を呈するNo.２ No.３，No. 11 はこの順にカテプシン様酵素力が強くなっている。これよりカテプシン様酵素力はゼリー化の進行程度に従って強くなる様で，ゼリー部の多少によらないものと思われる。即ちゼリー化の進行程度はこの酵素力を比較する事によっても判定出来ると思われる。なお第５表にてコンニャク型異常肉のNo.７では正常肉・異常肉共にカテプシン様酵素能を示さなかったが，異常肉の方がアミノ態窒素が多い。これは第３表に見る如くアミノ態窒素が正常肉より異常肉に非常に多い結果と関連するものである。このコンニャク型異常肉は如何なる作用によって生ずるものかは材料が少い為に調べる事が出来なかった。

上記の如くゼリー肉には，蛋白酵素中特に硫化水素活性化によるカテプシン様酵素能が強い。その他の酵素能は pH 4.0，30°C，20 時間 と言う消化条件にては見られなかった。これより他の酵素が無いとは言い切れないが，カテプシン様酵素より作用力が小さいことは言える。以上にて異常肉のゼリー化はその主原因がカテプシン様酵素作用によると推定をする。

しからばその異常肉にはカテプシン様酵素能を賦活する物質でも特に多いのではないか。或いは正常肉には抑制物が多いのではあるまいか。この解明には賦活物或いは抑制物を順次調べればよいが，試料も少く，時間もなかったので一応実験４）を行った。即ち天然の賦活体とせられるズーキナーゼを始め，ＳＨ基を有する還元性物質が注目されるのでＳＨ基を，それからメカジキのグリーンミートの要因であると天野・富谷[12]及び土屋等[13]によって報告された硫化水素がキハダにも多いのではないかと考えて両者を定量した。No.７の材料はゼリー肉ではないが参考までに定量した。第６表により遊離のＳＨ基を見るとアズキ異常肉では異常程度が進む程多いらしい。天野[14]がキハダの正常肉とゼリー肉のＳＨ基を定量し前者は18.9mg%，後者は 24.6 mg % を得たが本定量では異常肉でも特に多くはない。然し正常肉・異常肉を較べれば後者の方が多い事は確かである。これは天然賦活物たるズーキナーゼが異常肉に多いと解したい。硫化水素はNo.７シロカワにて同氏等の数値に近い結果を得たが，キハダでは異常肉部でそれより非常に低い値を得た。これはカジキとキハダによる差異であろうが，兎に角肉中の硫化水素はカテプシン様酵素の賦活物として大なる関係がないのではあるまいか。これだけの実験では推定も困難であるが，もし異常肉に賦活物が多いとすれば，遊離ＳＨ基を有する物質が多くなるのではあるまいか。抑制物としては種々あるが実験をしないので判らない。

以上にてアズキ・サシと言うゼリー型異常肉はカテプシン様酵素作用によってゼリー化現象を呈するらしい事が推定されるので，その酵素の最適 pHを求め，この研究の主目的である温度による拡大度（ゼリー化消化速度）を調べた。最適p Hは第７・８表よりサシは pH6.0〜6.1，アズキは pH 5.2附近にあるらしい事が判った。但しこの粗酵素液は夫々の肉よりグリセリセリン抽出したもので，純粋の酵素液でないこと，その肉は永く凍結貯蔵された材料である事等より，総ての又新しいゼリー型異常肉に於けるものとは相違するだろう事は勿論であるが，No.２の肉は pH5.9〜6.0，No.３及び No.11 は pH 5.4 であったことゝ何か関係があるらしくも考えられる。特にサシの最適 pHはカテプシンとしては高すぎる。なお一般に魚肉は生活時は pH７近くで，死後低くなり，次に腐敗の為に高くなるが，筆者[15]の船上に於ける実測経験によると延縄魚を釣揚後８〜10時間にて氷蔵したキハダで魚肉は大体 pH６附近であった。このNo.３，No.11は少し低い感じがする。更に多くの異常肉の pHとその最適 pHとの関係を見る必要があるが，生理的には生体に於ける酵素の最適 pHはその生体部分の pH値に一致するか近いと考えられるので次の実験６）は最適値に近い魚肉の pH5.4(作用液のガラス電極による実測値は pH5.44）の条件下にてアズキの酵素による消化

速度を調べた。

第9表の結果によれば，この条件にて30°C区即ち南洋漁船甲板上の温度にては30時間でほぼ分解作用が平衡状態近くに至り，この間消化作用は直線的に進む（グラフを略す）。そしてこの時の反応速度恒数は，一次反応として

$$k=\frac{1}{t}\ln\frac{a}{a-x}$$

$$=\frac{2.303}{t}\left\{\log a-\log(a-x)\right\}$$

$$=\frac{2,303}{30}\left\{\log 68.58-\log 66.85\right\}$$

$$=6.4\times10^{-4}$$

を得る。

15°C区即ち魚市場に放置されたような場合の温度にては3日間にて分解が，30°C区の分解値には至らないが平衡近くに至り，同様この時の反応速度恒数は，

$$k=\frac{2,303}{72}\left\{\log 65.58-\log 67.07\right\}=3.1\times10^{-4}$$

0°C区即ち砕氷詰にされた時の温度にては6日間にて15°C区の分解値には至らないが平衡近くに至り，同様反応速度恒数は

$$k=\frac{2,303}{144}\left\{\log 68.58-\log 67.50\right\}=1.1\times10^{-4}$$

即ち30°C区30時間，15°C区3日間，0°C区6日間が作用の直線的初期速度とみなすと，30°Cでは0°Cの約6倍，15°Cでは0°Cの約3倍の速さで消化が進む。これは温度係数Q_{10}＝2～3に一致する。即ちこの粗酵素の作用は所謂R.G.T則に従う事を示すに過ぎないが，こゝに注意すべきはこのアズキのナガレ中に存する蛋白分解酵素が30°C，15°Cでは明らかに，そして砕氷詰の温度（1～3°C）に於いても多少なりとも進行することである。この実験条件（0°C区）では6日間で蛋白の

$$\frac{6.93-5.85}{74.44-5.85}\times100\fallingdotseq1.57\%$$

を分解している。実際の魚肉にては蛋白濃度は更に高く，酵素量も多いであろうから，砕氷詰にしてもゼリー化（消化も同じとして）が進まないとは言えない。然し未だナガレの状態になっていないものは前述の如く（実験3）酵素力が弱い筈だから進むとしてもこれよりは微弱であると考えられる。なお凍結状態にあるならばゼリー化は殆んど進行しないことは，別に実験を行わないがNo.2又はNo.3の凍結材料状態よりも言えると思う。ゼリー型異常肉は温度が高くなるに従ってそのゼリー化速度（成長速度）が増大することが確実である以上，この異常肉を有する魚体は一刻も早く魚体温を低下せしめて，その拡大を阻止する事が防止法の一つとなるわけである。この面より見ても，釣揚魚を長時間甲板上に放置する事や，船上或は市場等にて，折角降下した魚体温を上昇せしめるほど永く放置する事は宜しくない事が言える。

さて今迄に取り扱った来た酵素は，魚肉中にある自己消化酵素が，寄生虫（或いは細菌）の酵素であるか判らないし，前者であるとしてもカテプシン様酵素力が異常肉に強いことは，ゼリー化した為にグリセリンで抽出し易くなった為か，或いは寄生虫の為に賦活力が増加して強くなったのかも判らない。たゞゼリー型異常肉は正常肉よりカテプシン様酵素能が強いこと，このカテプシン様酵素は0°C近くの低温に於いても多少は作用する事が判ったに過ぎない。今後更に研究を進める必要がある。

摘　　要

昭和28年夏季ソロモン海域にて延縄漁獲されたメバチ（サシ），キハダ（アズキ及びアズキのナガレ），シロカワ（コンニャク）を材料にして一般成分並びに窒素形態を分析し，蛋白酵素能を調べ，ゼリー型異常肉

はカテプシン様蛋白酵素作用によるらしく，次の事を知った。

1） 酵素力は，硫化水素によって活性化され，正常肉より異常肉の方が強く，又異常進行程度に応じて強い。

2） 還元性物質，特にＳＨ基が異常肉に多いが粗硫化水素量は多くない。

3） サシ及びアズキのナガレより抽出した粗酵素の最適 pHは夫々6.0〜6.1及び5.2近くであった。

4） 30°C，15°C，０°Cにおけるアズキナガレ酵素の消化速度比は６：３：１であった。

5） 砕氷詰の場合にもゼリー化は進行することより，之が防止手段は早期魚体温の低下と ０°C 以下での保蔵によらねばならない。

終りに材料採集をされた当所須田技官，材料の冷蔵管理をして下さった日本冷蔵ＫＫの関係諸氏に深く謝意を表する。又諸実験に協力を得た見元君に感謝する。

（本報告の一部は昭和29年２月12日高知市に於ける日本水産学会，中国四国支部例会で講演した。南水研業績第62号）

文　　献

(1) 浅川末三・野口栄重・見元孝一：南水研業績集第１号，利用部 p.3 (1953)
(2) Y. Arai & K. Matsumoto：日水会誌，**18**，293〜298 (1953)
(3) 戸沢晴己：水研鮮度班会議プリント，1954，４，８，於沼津
(4) 森高次郎・秦満男：日水会誌，**15**，407〜411 (1949)
(5) 谷川英一："罐詰の科学" p.200〜202 (昭23) 生活社
(6) 土屋靖彦・立川慶男：日水学会東北支部報，**4** (１・２) １〜５ (1953)
(7) 神前武和："酵素学" p.388，p.391 (昭25) 至文堂
(8) 大谷武夫：水産学会誌，**5**，12 (昭３)
(9) 浅川末三・野口栄重・見元孝一：南水研業績集第１号，利用部 p.35 (1953)
(10) 浅川末三：日水会誌，**20**，158〜167 (1954)
(11) 神前武和："酵素学" p.396〜398 p.400〜401 (昭25) 至文堂
(12) 天野慶之・富谷章子：日水会誌，**19**，671〜687 (1953)
(13) 土屋靖彦・秦満夫・立川慶男・岡田栄三："メカジキの肉質に関する研究二題" p.11〜46 (1953) 日輸冷凍水検協会発行
(14) 天野慶之：私信による
(15) 浅川末三・野口栄重・見元孝一：南水研業績集第１号，利用部 p.5 (1953)